Sisto Firrao

Saggi sulla cibernetica

EDINT

Sisto Firrao

Saggi sulla cibernetica

EDINT

2ª edizione - Tutti i diritti riservati all'autore

omaggio

Editrice EDINT s.r.l. - Via Vittorio Veneto 89 - 20091 Bresso (Milano)

Fu una vana, folle speranza.
(Ma il dolore non piegò infine
la tua anima, così lucida, ad
una straziante, straziata speranza,
fatta di niente?)
Fu un morso atroce di pietà
che non intese ragioni.
Fu un grido disperato, a lungo
represso, che si contorse e si
frantumò in queste inutili parole,
che sono oggi un modo di dirti
che non posso cessare di amarti,
anche se ora sei nel vento,
fatta di niente.
Un modo di onorare la tua memoria
nobilissima, il tuo coraggio,
la dignità con cui hai
affrontato la morte.
Un modo per dirti un'ultima volta:
Giulietta, Giuliettina, povero e
sfortunato amore mio, addio.

(In memoria di Giulia Minisci Firrao)

INDICE

Cap. 1 – Sui fondamenti fisici della cibernetica. pag. 9

Cap. 2 – Lineamenti di una teoria delle interazioni informative. pag. 37

Cap. 3 – Teoria cibernetica dei fenomeni immunologici. pag. 61

Cap. 4 – Gli elementi fondamentali del modello psicocibernetico. pag. 89

Cap. 5 – L'equilibrio degli impulsi nella teoria psicocibernetica. pag. 115

Cap. 6 – La strutturazione degli impulsi. pag. 131

Cap. 7 – Introduzione ad una sociologia scientifica. pag. 149

Cap. 8 – Importanza sociale della religione. pag. 197

1 – SUI FONDAMENTI FISICI DELLA CIBERNETICA

SOMMARIO

In questo studio viene esaminata la contradditorietà fra le implicazioni della legge dell'aumento dell'entropia e le ipotesi fondamentali della cibernetica. Tale contradditorietà riguarda la possibilità dell'esistenza di "interazioni informative", che costituiscono una ipotesi basilare della cibernetica, ma che la legge dell'aumento dell'entropia porterebbe ad escludere.

Il contrasto viene risolto attraverso una critica della legge dell'aumento dell'entropia, svolta su due direttrici:

1 – La dimostrazione statistica della legge è basata sull'ipotesi che i sistemi isolati tendano verso condizioni di equilibrio statistico, che involve l'indipendenza delle distribuzioni di probabilità degli stati dei sottosistemi in cui è divisibile ogni sistema isolato.

Si dimostra che, seppure in talune circostanze i sistemi isolati tendono verso condizioni di equilibrio statistico e le distribuzioni di probabilità degli stati dei sottosistemi tendono conseguentemente verso condizioni di indipendenza, cui corrisponde la formazione di disordine, in altre circostanze tendono verso condizioni di disequilibrio e le distribuzioni di probabilità degli stati dei sottosistemi verso condizioni di interdipendenza, cui corrisponde la formazione di ordine.

In particolare si dimostra, estendendo e generalizzando risultati di Newton, che il rapporto fra le forze sviluppate dall'attrazione gravitazionale (che inducono interdipendenza) e le forze sviluppate dall'energia cinetica in conseguenza degli urti (che inducono indipendenza) ha, nei sistemi isolati molto grandi, una oscillazione pendolare fra fasi di crescita e di diminuzione. Quando tale rapporto è crescente, quando cioè si sviluppa un disequilibrio in favore delle forze gravitazionali, anche l'interdipendenza fra gli stati dei componenti del sistema cresce e si verifica l'aumento dell'ordine, cioè la riduzione dell'entropia.

2 – La formulazione classica della legge dell'aumento dell'entropia si presta alle stesse critiche avanzate alla formulazione statistica. Viene però dimostrato come sia anche criticabile l'interpretazione della formulazione classica della legge dell'aumento dell'entropia come di una legge generale di irreversibilità,

basata sull'interpretazione dell'entropia classica come di una funzione determinata in maniera univoca dallo stato.

Si dimostra infatti che tale interpretazione è errata, giacchè presuppone una invariabilità della direzionalità delle forze sviluppabili dal sistema.

L'esistenza delle interazioni informative viene in definitiva ricondotta all'esistenza di campi energetici ordinati associati ai sistemi che interagiscono, campi che possono essere sia gravitazionali che elettromagnetici.

Ciò porta a due importanti conseguenze:

a) essendo l'intensità delle interazioni gravitazionali ed elettromagnetiche funzione inversa del quadrato della distanza degli elementi fra cui si esercitano, la struttura delle interazioni informative è funzione inversa della somma quadratica delle distanze degli elementi che compongono i sistemi, funzione a sua volta della forma dei sistemi. La struttura delle interazioni informative di un sistema è quindi variabile con la forma del sistema.

b) l'energia associata all'informazione può apparire sotto la forma di energia potenziale (informazione pura) o sotto la forma di energia cinetica (informazione riconoscitiva). Il riconoscimento è quindi la conseguenza di un accumulo per infinitesimi dell'informazione pura.

La legge dell'aumento dell'entropia nei sistemi energeticamente isolati fu dimostrata per la prima volta nel secolo scorso da Clausius nell'ambito di uno sviluppo teorico iniziato da Carnot che aveva portato alla formulazione del secondo principio della termodinamica.
In tale prima formulazione essa implica, in conseguenza dell'interpretazione dell'entropia come di una grandezza legata in maniera biunivoca allo stato, una irreversibilità delle trasformazioni dei sistemi energeticamente isolati che supera la semplice constatazione dell'esistenza di trasformazioni irreversibili, che potrebbero essere chiuse ad anello da altre trasformazioni irreversibili, in un campo di osservazione sufficientemente ampio.
Già questa prima formulazione della legge implicò conseguenze generali che ne allargarono il campo di interesse assai oltre i confini della termodinamica, facendole assumere una importanza ed un respiro culturale quale forse nessun altro principio fisico ha mai avuto.
Infatti l'universo, preso nel suo insieme, è certamente un sistema energeticamente isolato. La direzionalità unica nel tempo delle sue trasformazioni pone evidentemente importanti problemi filosofici circa la sua collocazione nel tempo e la sua origine, che ispirarono importanti contributi filosofici, fra i quali conviene citare, per il particolare rilievo assunto nel più generale piano della cultura, l'opera di Bergson.
Il dibattito culturale si fece poi ancora più ampio ed importante quando una analoga legge di irreversibilità, che si interpretò come coincidente con quella dimostrata da Clausius nella termodinamica classica, così da assumere la stessa denominazione di legge dell'aumento dell'entropia, venne dimostrata nell'ambito della meccanica statistica da Boltzmann riprendendo, e supportandolo di una struttura teorica più ampia, un precedente lavoro di Maxwell.
Nella nuova formulazione, infatti, la legge dell'aumento dell'entropia comporta conseguenze ancora più inquietanti e pone nuovi quesiti di ardua soluzione.
La irreversibilità si precisa in una tendenza all'omogeneità delle distribuzioni di probabilità degli stati dei sottosistemi in cui ogni sistema si suppone suddivisibile, in particolare dei sottosistemi identificati dalla direzione del moto degli elementi componenti (statistiche di Maxwell e Boltzmann). La legge dell'aumento dell'entropia comporta così la tendenza dei sistemi isolati verso condizioni di perdita di direzionalità, ossia di disordine crescente.

È chiaro come la nuova formulazione della legge renda ancora più misteriosa la vita dell'universo, una volta che l'irreversibilità delle sue trasformazioni si precisa in una tendenza verso la morte dell'ordine e quindi delle strutture organizzate.

Ma il nuovo e importante problema posto dalla nuova formulazione della legge dell'aumento dell'entropia riguarda la spiegazione della formazione e dell'evoluzione delle strutture ordinate, in particolare delle strutture biologiche, processi che richiedono un aumento spontaneo dell'ordine che, pur verificandosi in specifici sottosistemi non isolati, mal si concilia con l'aumento del disordine nel sistema complessivo. In particolare l'informazione, intesa come la quantità di ordine esistente in un sistema, non può avere un contenuto energetico proprio che comporterebbe la possibilità di trasmettersi nel sistema isolato e di determinare, per la legge di conservazione dell'energia, la permanenza di una condizione di ordine. Essa appare come una quantità priva di contenuto energetico e dotata solo di forma, inserita in un istante iniziale nell'universo o di formazione casuale, ma soggetta comunque a graduale e definitivo annientamento.

Per conseguenza l'esistenza della cibernetica, intesa nel suo significato più vasto, di scienza della struttura e dello sviluppo delle strutture ordinate, quale fu ad essa inizialmente dato dai suoi fondatori (cfr. i lavori di Wiener, Rosenblueth, von Neumann, Vallarta), è in contraddizione con le implicazioni della legge dell'aumento dell'entropia, non solo in quanto essa si pone come oggetto di studio un fenomeno, quale la permanenza e l'aumento dell'ordine che tale legge, sia pure sul piano del sistema complessivo, esclude, ma anche in quanto essa deve, a tal fine, ipotizzare l'esistenza di interazioni informative in cui è implicita l'associazione, diretta o indiretta (attraverso connessioni) di un contenuto energetico all'informazione.[1]

Non è nostra intenzione dare una dettagliata relazione sul dibattito cui la contradditorietà fra le ipotesi che devono necessariamente porsi alla base di qual-

(1) Successivamente tale significato della cibernetica si è ridimensionato in quello di teoria della retroazione e del controllo. In questa più ristretta formulazione la cibernetica apparentemente sfugge alle contraddizioni con la legge dell'aumento dell'entropia. Si elude infatti la domanda sulla possibilità di formazione autonoma dei sistemi, studiando semplicemente le modalità con cui possono essere realizzati come meccanismi. Tale modalità di approccio, seppure consente la soluzione di una molteplicità di problemi pratici, comporta comunque l'esercizio di una intelligenza progettista equivalente ad un apporto di ordine, cosicchè in definitiva il sistema progettista-meccanismo presenta un'entropia decrescente.

siasi teoria sull'autoorganizzazione dei sistemi e le implicazioni della legge dell'aumento dell'entropia ha dato luogo fin dal momento della formulazione statistica della legge, nè sui numerosi tentativi di conciliazione.
Osserviamo solo come la implicazione più imbarazzante della legge dell'aumento dell'entropia è costituita dalla considerazione che i singoli sottosistemi, se si fa astrazione dagli scambi energetici con l'esterno, devono comportarsi come sistemi isolati, devono cioè produrre entropia, o disordine, cosicchè l'ordine, o negentropia, deve provenire necessariamente dall'esterno del sottosistema. Se quindi, esaminando uno alla volta tutti i sottosistemi, l'ordine proviene sempre dall'esterno, esso deve provenire dall'esterno del sistema, il che contraddice l'ipotesi del suo isolamento e porta ad una contraddizione insanabile. Siamo ad un passo dalla necessità dell'intervento demiurgico, con cui Leibnitz cercò di risolvere l'analogo problema dell'armonia, che nel linguaggio dei fisici diviene l'ordine.
La posizione attuale della scienza è quella di ammettere, seguendo una impostazione iniziale di Boltzmann sviluppata successivamente da von Bertalanffy (1), condivisa da Schrödinger (21) e ripresa recentemente dal Prigogine (18), la possibilità di una riduzione "endogena" dell'entropia in specifici sottosistemi, pur nell'ambito di un aumento dell'entropia nel sistema isolato nel suo complesso, semplicemente ignorandone la contradditorietà con la legge dell'aumento dell'entropia.
Tale impostazione, ovviamente, è tutt'altro che soddisfacente, e non fa che eludere il problema.
La formazione casuale dell'ordine in alcuni sottosistemi ipotizzata da Boltzmann, unica possibilità che la formulazione statistica della legge lascia sia pure a livelli di probabilità molto bassi, si scontra con la dimostrazione dell'impossibilità di ottenere per tale via la quantità di ordine presente nell'universo, dimostrazione attuata con il calcolo delle probabilità e che è solo lievemente intaccata dalla dimostrazione, data recentemente di Prigogine (19) della capacità che ha l'ordine proveniente dall'esterno di subire, in determinati sottosistemi, un processo di amplificazione.
Per molti versi, anzi, la dimostrazione data da Prigogine, pur se apre interessanti prospettive e riapre il discorso altrimenti bloccato, contraddice la legge dell'aumento dell'entropia. Se l'ordine proveniente dall'esterno viene amplificato nel sottosistema, si può ipotizzare un passaggio circolare di ordine fra

sottosistemi che incrementa la quantità complessiva di ordine esistente nel sistema complessivo isolato, in flagrante contraddizione con la legge dell'aumento dell'entropia. Sorgono poi importanti problemi circa la compatibilità dei processi di amplificazione descritti da Prigogine con l'assenza di un contenuto energetico dell'informazione.
Il problema è dunque ancora aperto e la sua soluzione condiziona lo sviluppo della scienza dell'auto-organizzazione dei sistemi e per conseguenza della biologia, della psicologia e della sociologia che potrebbero, ove tale problema fosse risolto, essere collegate direttamente alle scienze fisiche ed assumerne così il rigore scientifico.
In questo lavoro intendiamo esporre una soluzione del problema che, involvendo un riesame critico della legge dell'aumento dell'entropia, elimina completamente le contraddizioni lamentate e può costituire una base per la cibernetica, nel suo significato più ampio di scienza dell'organizzazione dei sistemi, di più alto valore euristico delle teorie oggi accettate.

La prima formulazione statistica della legge fu eseguita nell'ambito della teoria cinetica dei gas e derivò dalle statistiche di Maxwell (14) e Boltzmann (2), nel cui lavoro essa apparve per la prima volta.
La trattazione teorica di Boltzmann lascia però la possibilità di obiezioni all'assunzione di una validità assolutamente generale della legge (cfr. la rassegna storica di Jaynes in (23)), cosicchè lo schema definitivamente assunto nella fisica statistica convenzionale (13) poggia fondamentalmente sul successivo lavoro di Gibbs sugli insiemi (8), a cui viene oggi riconosciuta una validità assolutamente generale.
La formulazione definitiva poggia in maniera cruciale sull'ipotesi che tutti i sistemi isolati tendano verso condizioni di equilibrio statistico, per poi permanere definitivamente in tale condizione. Tale ipotesi è fondamentale per la dimostrazione della legge dell'aumento dell'entropia, giacchè Prigogine (19) ha successivamente mostrato, al di là di ogni dubbio, che la formazione di condizioni di disequilibrio può portare alla formazione dell'ordine.
Ma noi tenteremo di dimostrare che tale ipotesi è insostenibile.
Consideriamo il moto di allontanamento reciproco di un insieme di gravi non sottoposti ad alcuna azione oltre a quella reciproca, costituenti cioè un sistema isolato, secondo le teorie della meccanica newtoniana.

Durante l'allontanamento si ha, in ogni grave, una modificazione continua dello stato che comporta il rallentamento e infine, se i gravi non fuoriescono dal campo gravitazionale, l'inversione della direzione del moto, da allontanamento ad avvicinamento.

Queste variazioni di stato si verificano come risultato della contrapposizione fra l'attrazione gravitazionale, diretta verso il centro di gravità del sistema e la forza dovuta alla variazione dell'energia cinetica di allontanamento, variazione che si verifica nella misura necessaria a controbilanciare l'attrazione gravitazionale.

Durante l'allontanamento si verifica sia una riduzione dell'attrazione gravitazionale (inversamente proporzionale al quadrato della distanza) sia una riduzione della forza esercitabile dall'energia cinetica (in conseguenza della sua trasformazione in energia potenziale); ma vi deve essere anche, almeno oltre una certa distanza dal baricentro, un aumento del loro rapporto, altrimenti il moto di avvicinamento non potrebbe mai iniziarsi.

Nelle posizioni iniziali del movimento di allontanamento, infatti, l'attrazione gravitazionale, pur essendo ai suoi massimi valori per la vicinanza dei gravi, non determina la direzione del moto perchè l'energia cinetica dei gravi può sviluppare, attraverso un deceleramento, una forza capace di equilibrarla.

Nelle posizioni finali del movimento di allontanamento invece, l'attrazione gravitazionale determina l'inversione del moto perchè l'energia cinetica dei gravi non può sviluppare una forza capace di equilibrarla. Ciò comporta, ovviamente, che durante il moto di allontanamento si sia verificata una variazione del rapporto fra le due grandezze.

Si verificano, in definitiva, variazioni di stato correlate con la distanza dal baricentro che, a partire da una certa distanza dal baricentro, portano gradualmente ad un disequilibrio in favore della direzione contripeta, prima dei substrati energetici (tendenza a zero dell'energia cinetica, che sostiene la forza centrifuga, più rapida della tendenza a zero dell'energia del campo gravitazionale che sostiene la forza centripeta) e quindi, una volta che la riduzione dell'energia cinetica abbia portato la forza che essa può esercitare allo stesso valore dell'attrazione gravitazionale, delle forze stesse, dando così luogo all'inversione della direzione del moto.

Ciò accade sotto la sola ipotesi che l'attrazione gravitazionale non si annulli

prima che venga raggiunto il punto a partire dal quale la tendenza a zero dell'energia cinetica è più rapida della tendenza a zero dell'attrazione gravitazionale altrimenti, ovviamente, il grave lascerebbe il campo gravitazionale. Ma tale limitazione può essere eliminata ed i risultati di formazione di un progressivo disequilibrio in direzione centripeta possono essere generalizzati a qualsiasi sistema di masse in movimento di allontanamento ipotizzando che l'attrazione gravitazionale, benchè decrescente con la distanza, non possa essere annullata, quale che sia il valore iniziale dell'energia cinetica, ovviamente nel campo dei possibili valori, che sono limitati dall'esistenza di un valore massimo per la velocità.

In altre parole, possiamo interpretare la situazione in cui un grave lascia il campo gravitazionale come una situazione in cui l'attrazione gravitazionale diviene infinitesima, ma non nulla. Diremo che il grave lascia il campo gravitazionale "centrale", ma non l'"intero" campo gravitazionale.

Quando l'attrazione gravitazionale diviene infinitesima, anche la variazione dell'energia cinetica che da luogo alla forza necessaria a bilanciare l'attrazione gravitazionale diviene infinitesima e quindi, fintanto che l'energia cinetica ha valori finiti, trascurabile sulle brevi distanze.

Tuttavia, anche se trascurabile sulle distanze brevi, la riduzione di energia cinetica si verifica cosicchè, attraverso l'accumulazione delle successive riduzioni dell'energia cinetica, vengono infine raggiunte condizioni in cui la forza che può essere esercitata dall'energia cinetica diviene dello stesso ordine dell'attrazione gravitazionale e si verifica il processo di formazione dei disequilibri in direzione centripeta che porta all'inversione della direzione del moto.(1)

Consideriamo adesso un gas racchiuso in un recipiente. In esso le interazioni gravitazionali fra le molecole sono trascurabili se confrontate con le forze che l'energia cinetica delle molecole può sviluppare nei movimenti di allontanamento successivi agli urti in opposizione alle interazioni gravitazionali che sono così completamente soffocate nella loro possibilità di indurre ordine nei

(1) Si noti, per inciso, come secondo la concezione newtoniana l'allontanamento sia accompagnato da una diminuzione della forza di attrazione gravitazionale e da un aumento dell'energia potenziale. Alla luce della teoria di Einstein, l'ipotesi della trasformazione dell'energia cinetica in energia potenziale può essere sostituita da una ipotesi di trasformazione dell'energia cinetica in massa. Ove tale ipotesi fosse confermata, permetterebbe di acquisire una migliore comprensione della meccanica di modificazione sulle grandi distanze del rapporto fra le forze gravitazionali e le forze sviluppabili dall'energia cinetica.

movimenti. In conseguenza della grande quantità di molecole contenute nel recipiente, si verificano inoltre urti con eguale probabilità in tutto il volume occupato dal gas, cosicchè le variazioni direzionali causate dagli urti determinano, abbastanza ovviamente, il movimento completamente disordinato e casuale delle molecole, omogeneo quindi nelle varie direzioni dello spazio, previsto dalle statistiche di Maxwell e Boltzmann.
Ma supponiamo che le pareti del recipiente siano improvvisamente rimosse insieme con ogni vincolo o apporto energetico esterno, cosicchè il volume di gas possa essere considerato formare un sistema isolato. In queste condizioni le molecole che si trovano sul bordo esterno del sistema e che si muovono in direzione centrifuga non trovano altre molecole con cui collidere e subire quindi cambi direzionali.
Le direzioni centrifughe sono quindi favorite, nè il moto di allontanamento di queste molecole può essere impedito dalle forze gravitazionali, data l'ipotesi della loro trascurabilità nei confronti delle forze che possono essere sviluppate dall'energia cinetica di allontanamento delle molecole nelle condizioni iniziali.
Il sistema non è quindi in equilibrio per la diversità esistente nelle condizioni di vincolo, espresse dalla frequenza degli urti, fra il centro e la periferia e si espande. Tale espansione comporta l'allontanamento delle molecole l'una dall'altra e la riduzione della frequenza degli urti in tutto il sistema e porta quindi necessariamente alla condizione, già esaminata, in cui il sistema è costituito da molecole allontanantisi l'una dall'altra senza urti.
Come abbiamo visto, tale condizione implica variazioni di stato correlate con la distanza dal baricentro del sistema che portano gradualmente a condizioni di disequilibrio in direzione centripeta delle forze agenti sulle molecole, con conseguente inversione della direzione del moto.
Naturalmente, queste condizioni vengono raggiunte quando le molecole sono a grandi distanze l'una dall'altra, in conseguenza dell'alto valore delle forze che possono essere sviluppate dalle energie cinetiche delle molecole nelle condizioni iniziali, che le porta fuori del campo gravitazionale centrale.
Inizialmente l'inversione della direzione del moto, ossia l'ingresso del sistema in una fase di compressione, non comporta alcun arresto dello sviluppo del disequilibrio in direzione centripeta perchè, in conseguenza della comune direzione centripeta del moto delle molecole e della grande distanza che inter-

corre fra di loro, non si verificano urti. L'energia cinetica quindi non sviluppa forze oppositive e le variazioni di stato continuano a comportare un aumento del disequilibrio in direzione centripeta in conseguenza dell'aumento dell'attrazione gravitazionale dovuto all'avvicinamento al centro di gravità del sistema.

Questa condizione dura finchè non si verificano urti che producono variazioni direzionali che portano ad una condizione di equilibrio statistico che, però, a sua volta dura finchè non riemergono le direzioni centrifughe.

Ora, è evidente che la condizione che impedisce al sistema di porsi in una posizione di equilibrio stabile è costituita dalla presenza, nelle condizioni di massima contrazione, di un livello dell'energia cinetica che, rendendo impossibili movimenti ordinati dei componenti porta, per effetto della distribuzione non uniforme degli urti, ad un disequilibrio delle forze in direzione centrifuga e i componenti fuori del campo gravitazionale centrale e che si trasforma, nelle condizioni di massima espansione, in una energia potenziale che determina un disequilibrio delle forze in direzione centripeta.

Possiamo allora generalizzare i nostri risultati affermando che, se in un sistema isolato si raggiungono determinati valori dell'energia cinetica e/o potenziale, questa determina necessariamente un'oscillazione pendolare di lungo periodo del sistema.

Nei sistemi molto grandi, d'altra parte, i componenti posti a grande distanza dal baricentro, fuori del campo gravitazionale centrale, hanno ovviamente la quantità di energia potenziale corrispondente alla trasformazione dell'energia cinetica in energia potenziale verificabile nell'oscillazione di lungo periodo fra essi e il baricentro. I componenti dei sistemi molto grandi hanno quindi necessariamente la quantità di energia cinetica e/o potenziale necessaria a determinare un'oscillazione pendolare di lungo periodo fra fasi di espansione e contrazione.

La condizione di equilibrio si verifica solo in una parte dell'oscillazione; nella parte residua si ha la formazione di condizioni di disequilibrio che portano alla formazione dell'ordine, cioè alla riduzione dell'entropia che, quindi, è a sua volta soggetta ad una oscillazione pendolare.

Ora, è evidente che, in assenza di un flusso di energia cinetica ordinata determinato da un campo energetico esterno al sistema o direttamente proveniente dall'esterno del sistema, le condizioni di ordine di origine endogena al

sistema sono indotte dalle interazioni gravitazionali che possono avere un'unica direzionalità mentre le condizioni di disordine sono indotte dalle forze sviluppate dalle energie cinetiche negli urti (o dopo gli urti in opposizione alle attrazioni gravitazionali) che chiameremo interazioni cinetiche, che possono avere qualsiasi direzione. Infatti gli urti, in assenza di una prevalenza energetica statistica di uno dei due sensi della direzione di scontro (quale potrebbe essere indotta da un apporto energetico esterno) danno luogo a movimenti di rimbalzo simmetrici che allargano progressivamente nei successivi urti la variabilità delle angolazioni possibili, dando in definitiva luogo, se la loro frequenza ed intensità superano una soglia limite, a movimenti diretti lungo tutte le direzioni dello spazio (cfr. la precedente interpretazione delle statistiche di Maxwell e Boltzmann), cosicchè l'emergenza dell'ordine richiede che la intensità complessiva delle interazioni cinetiche scenda al di sotto della predetta soglia limite.

Ma ciò può essere visto in linea più ampia e generale considerando che le forze che danno luogo alla formazione endogena dell'ordine sono quelle che determinano una interdipendenza degli stati degli elementi componenti il sistema che diventa un sistema ordinato per lo sviluppo di una struttura di interdipendenze vincolanti al perseguimento di una determinata direzionalità evolutiva (se la variabilità direzionale indotta dalle interazioni cinetiche ne permette la sussistenza) equivalente alla direzionalità indotta da un flusso energetico esterno.

In questo senso si può dire che la tendenza dei sistemi al disordine, cioè all'aumento dell'entropia, è implicita nell'ipotesi di indipendenza statistica delle distribuzioni di probabilità degli stati delle molecole di un gas prima degli urti, che è alla base del lavoro di Maxwell e Boltzmann(1) nonchè di indipendenza statistica delle probabilità degli stati dei sottosistemi macroscopici di un sistema macroscopico che è alla base (essendo conseguenza immediata dell'ipotesi di equilibrio statistico) del lavoro di Gibbs. In questa prospettiva, la formulazione statistica della legge dell'aumento dell'entropia ha molti aspetti tautologici.

(1) L'esistenza di una interdipendenza fra le distribuzioni di probabilità degli stati involve l'impossibilità di seguire il principio di indifferenza di Bernoulli, cioè di assegnare eguale probabilità ad ogni modo di combinazione dei microstati per la formazione di un macrostato, passaggio fondamentale della dimostrazione di Boltzmann della legge dell'aumento dell'entropia (cfr. il lavoro di Jaynes in (23)).

Riprendendo l'esempio di un insieme di gravi in moto di allontanamento reciproco, è evidente che l'interdipendenza del moto dei gravi, espressa dalla variazione relativa dell'impulso in corrispondenza di uno spostamento elementare nella direzione inerziale, è determinata dalle forze gravitazionali, mentre le forze sviluppate dalle variazioni dell'energia cinetica sono forze oppositive, di reazione, che tendono a conservare l'indipendenza del moto dei gravi. È abbastanza ovvio, d'altra parte, che in assenza di interazioni gravitazionali, per la sola azione dell'energia cinetica, il moto dei gravi sarebbe completamente indipendente.

Sotto questo riflesso anche le forze elettromagnetiche, creando condizioni di interdipendenza del moto dei componenti del sistema, sono forze ordinative, ma tale allargamento del discorso seguirà più oltre.

Seguendo quindi, in fondo, una idea di Boltzmann (principio di organizzazione di Boltzmann) noi diremo che l'interdipendenza fra gli stati dei componenti, e quindi l'ordine endogeno, emerge a partire da un certo rapporto fra il valore complessivo delle interazioni gravitazionali e il valore complessivo delle interazioni cinetiche (che può essere associato al valore della temperatura dello schema di Boltzmann) e cresce con il crescere di tale rapporto.

Ciò si verifica nella fase finale del processo di espansione di un volume di gas che possa essere considerato come un sistema isolato che comporta, come abbiamo visto, la formazione di un disequilibrio in favore delle forze gravitazionali per la riduzione delle energie cinetiche associata a tale fase, ma si verifica anche nella fase iniziale del processo di compressione malgrado l'aumento delle energie cinetiche perchè non si verificano urti e non si sviluppano per conseguenza interazioni cinetiche, mentre crescono le interazioni gravitazionali.

Quindi, quando il rapporto fra le interazioni gravitazionali e cinetiche è crescente, l'aumento dell'entropia può rappresentare un processo di breve periodo che si verifica nell'ambito dei gradi di libertà indotti dalle interazioni cinetiche e permessi dai vincoli imposti dalle interazioni gravitazionali (cfr. lo schema di Jaynes in (23)).

Sovrapposto ad esso è un processo di riduzione dell'entropia di più lungo periodo, dovuto all'aumento dell'importanza relativa delle interazioni gravitazionali e quindi dei vincoli indotti e alla riduzione dell'importanza relativa delle interazioni cinetiche e quindi dei gradi di libertà consentiti.

La riduzione dell'entropia assume così l'aspetto di un processo di convergenza stocastica verso condizioni di ordine.
Le stesse critiche avanzate alla formulazione statistica della legge dell'aumento dell'entropia possono essere avanzate alla formulazione classica di Clausius.
L'affermazione che in un sistema isolato, quindi in assenza di scambi energetici con l'esterno, le variazioni dell'energia interna sono nulle, punto fondamentale della dimostrazione di Clausius, equivale a trascurare le trasformazioni fra energia cinetica ed energia potenziale (che implica variazioni di energia cinetica e quindi di energia interna) e quindi in definitiva a porsi nelle condizioni di equilibrio statistico.
Si può osservare che nella termodinamica dei sistemi in nonequilibrio, successiva a Clausius, vengono prese in considerazione le trasformazioni energetiche giungendo egualmente alla formulazione della legge dell'aumento dell'entropia, salvo che nelle condizioni in cui l'energia interna, che supporta le interazioni cinetiche, sia prossima allo zero, condizione nella quale vale il principio di organizzazione di Boltzmann.
Vengono però trascurate le trasformazioni di lunga distanza, che si verificano fuori del campo gravitazionale centrale, da noi introdotte e la cui accumulazione in fase espansiva porta sistematicamente l'energia interna ai valori richiesti per la formazione iniziale dell'ordine.
Ma la formulazione classica è sottoponibile ad una ulteriore critica che non richiede, come la precedente, l'introduzione dell'ipotesi, peraltro assai verosimile e che non sfugge alla possibilità di esperimenti di controllo, dell'esistenza di trasformazioni energetiche di lunga distanza.
L'impossibilità di processi di trasformazione ciclici che implichino trasformazioni irreversibili nei sistemi isolati, l'affermazione cioè di una direzionalità unica di variazione nel tempo dei sistemi isolati, scaturisce dalla interpretazione dell'entropia come di una grandezza identificativa dello stato. È conseguenza di tale interpretazione, infatti, la trasposizione della legge dell'aumento dell'entropia in una legge di irreversibilità che supera la semplice constatazione dell'esistenza di trasformazioni irreversibili, che potrebbero essere chiuse ad anello da altre trasformazioni irreversibili, in un campo di osservazione sufficientemente ampio.
Tale interpretazione dell'entropia come di una grandezza identificativa dello

stato scaturisce dalla constatazione che il suo differenziale è esatto nei confronti delle variabili di stato, cosicchè essa deve essere funzione delle sole variabili di stato.

Ma noi mostreremo come la specifica applicazione di tale teorema matematico eseguita da Clausius non è esente da possibilità di critica.

Premettiamo alcune considerazioni matematiche generali, necessarie per il successivo sviluppo dello studio.

Sia z una funzione determinata completamente da due variabili y ed x; se tali variabili sono indipendenti, il differenziale dz è necessariamente esatto nei loro confronti, l'integrale di tale differenziale potendosi calcolare separatamente per le variazioni di ciascuna variabile. Viceversa, se il differenziale dz non è esatto, le variabili y ed x non sono indipendenti.

E nemmeno fra le due variabili può esistere un rapporto di interdipendenza biunivoca, tale cioè che ad ogni valore della y corrisponde un solo valore della x e viceversa, espresso da una traiettoria sul piano di coordinate y ed x, giacchè anche in tali condizioni l'integrale del differenziale dz dipenderebbe unicamente dai valori assunti negli estremi dell'intervallo di integrazione e il differenziale dz sarebbe ancora esatto.

Perchè il differenziale dz sia inesatto occorre che la traiettoria in cui si esprime il legame di dipendenza fra le variabili y ed x non sia univoca, sia cioè variabile in funzione di una terza variabile implicita, dalla quale dipende quindi indirettamente anche z.

L'inesattezza del differenziale dz è allora dovuta all'ignoranza del legame di dipendenza fra le variabili y ed x, interpretabile come ignoranza del valore assunto dalla variabile implicita, e quindi, al livello differenziale, all'ignoranza del rapporto fra i differenziali dy e dx.

Se allora si assume una particolare traiettoria come espressione del legame di interdipendenza fra le variabili y ed x, il differenziale dz diviene integrabile e ciò, ovviamente, dovrà essere interpretato come dovuto all'aver selezionato per la variabile implicita il valore corrispondente a tale traiettoria, non alla scomparsa della dipendenza della variabile z dalla variabile implicita.

In altre parole, la derivata di una costante è nulla, cosicchè l'assunzione di un valore costante di una variabile comporta la sua scomparsa al livello differenziale e, se la variabile di cui trattasi è la variabile implicita, ne segue la trasformazione del differenziale dz da inesatto ad esatto.

Dimostreremo che l'operazione di moltiplicazione del differenziale dz per il fattore di integrazione 1/yx è equivalente all'assunzione di un valore della variabile implicita che rende lineare la traiettoria che esprime il rapporto di interdipendenza fra le variabili esplicite y ed x.
In ciascun punto del piano di coordinate y ed x esistono due direzioni che individuano variabili indipendenti.
Si tratta della direzione, che indicheremo con ε, individuata dalla iperbole equilatera passante per il punto, in cui può variare il rapporto y/x ma non il prodotto yx, e della direzione, che indicheremo con ω, individuata dalla congiungente il punto con l'origine degli assi, in cui può variare il prodotto yx ma non il rapporto y/x.
Si può pertanto scrivere, nell'intorno di ciascun punto del piano:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d}{d\omega}(y/x) &= 0 \\ \frac{d}{d\varepsilon}(yx) &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

da cui

$$\left.\begin{aligned} y\frac{dx}{d\omega} &= x\frac{dy}{d\omega} \\ y\frac{dx}{d\varepsilon} &= -x\frac{dy}{d\varepsilon} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

e, dividendo per yx:

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{x}\frac{dx}{d\omega} &= \frac{1}{y}\frac{dy}{d\omega} \\ \frac{1}{x}\frac{dx}{d\varepsilon} &= -\frac{1}{y}\frac{dy}{d\varepsilon} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Come è noto, i due membri della prima delle (3) sono le proiezioni sugli assi coordinati della proiezione del differenziale $d\omega$, posto sulla congiungente il punto con l'origine degli assi, sull'asse di simmetria positivo (bisettrice del primo e terzo quadrante).
Analogamente, i due membri della seconda delle (3) sono le proiezioni sugli assi coordinati della proiezione del differenziale $d\varepsilon$, trasferito sulla congiun-

gente il punto simmetrico del secondo o del quarto quadrante con l'origine degli assi, sull'asse di simmetria negativo (bisettrice del secondo e quarto quadrante).
Possiamo perciò scrivere, chiamando $d\omega'$ e $d\varepsilon'$ i differenziali così ottenuti sugli assi di simmetria:

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{x}\frac{dx}{d\omega} &= \frac{dx}{d\omega'} \\ \frac{1}{y}\frac{dy}{d\omega} &= \frac{dy}{d\omega'} \\ \frac{1}{x}\frac{dx}{d\varepsilon} &= \frac{dx}{d\varepsilon'} \\ \frac{1}{y}\frac{dy}{d\varepsilon} &= \frac{dy}{d\varepsilon'} \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Come è noto, la conoscenza del prodotto yx e del rapporto y/x di due variabili è equivalente alla conoscenza delle variabili stesse.
Ciò ci consente di sostituire, nella funzione z, alle variabili y ed x le variabili yx ed y/x scrivendo, per conseguenza:

$$dz = \frac{\delta z}{\delta x}\,dx + \frac{\delta z}{\delta y}\,dy = \frac{\delta z}{\delta (yx)}\,d(yx) + \frac{\delta z}{\delta (y/x)}\,d(y/x) \qquad (5)$$

Consideriamo adesso un elemento di traiettoria ds nel piano di coordinate y ed x e le sue componenti $d\omega$ in direzione ω e $d\varepsilon$ in direzione ε.
Si ha evidentemente, per le (1):

$$\left.\begin{aligned} \frac{d(yx)}{ds} &= \frac{d(yx)}{d\omega} + \frac{d(yx)}{d\varepsilon} = \frac{d(yx)}{d\omega} \\ \frac{d(y/x)}{ds} &= \frac{d(y/x)}{d\omega} + \frac{d(y/x)}{d\varepsilon} = \frac{d(y/x)}{d\varepsilon} \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

e pertanto, sostituendo in (5):

$$dz = \frac{\delta z}{\delta (yx)}\,\frac{d(yx)}{d\omega}\,d\omega + \frac{\delta z}{\delta (y/x)}\,\frac{d(y/x)}{d\varepsilon}\,d\varepsilon \qquad (7)$$

Dividiamo la (7) per il prodotto yx e sviluppiamo le derivate in essa contenute. Si ottiene:

$$\frac{dz}{yx} = \frac{1}{yx}\frac{\delta z}{\delta(yx)}\left(y\frac{dx}{d\omega} + x\frac{dy}{d\omega}\right)d\omega + \frac{1}{yx}\frac{\delta z}{\delta(y/x)}$$

$$\left(y\frac{dx}{d\varepsilon} - x\frac{dy}{d\varepsilon}\right)d\varepsilon = \frac{\delta z}{\delta(yx)}\left(\frac{1}{x}\frac{dx}{d\omega} + \frac{1}{y}\frac{dy}{d\omega}\right)d\omega +$$

$$+ \frac{\delta z}{\delta(y/x)}\left(\frac{1}{x}\frac{dx}{d\varepsilon} - \frac{1}{y}\frac{dy}{d\varepsilon}\right)d\varepsilon \qquad (8)$$

tenendo conto delle (4), la (8) diviene:

$$\frac{dz}{yx} = \frac{\delta z}{\delta(yx)}\left(\frac{dx}{d\omega'} + \frac{dy}{d\omega'}\right)d\omega' + \frac{\delta z}{\delta(y/x)}\left(\frac{dx}{d\varepsilon'} - \frac{dy}{d\varepsilon'}\right)d\varepsilon' \qquad (9)$$

e, tenendo conto che in corrispondenza degli assi di simmetria si ha:

$$y = x = \sqrt{yx} \qquad (10)$$

sostituendo nella (9), si ottiene:

$$\frac{dz}{yx} = \frac{1}{\sqrt{yx}}\frac{\delta z}{\delta(yx)}\left(y\frac{dx}{d\omega'} + x\frac{dy}{d\omega'}\right)d\omega' +$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{yx}}\frac{\delta z}{\delta(y/x)}\left(y\frac{dx}{d\varepsilon'} - x\frac{dy}{d\varepsilon'}\right)d\varepsilon' =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{yx}}\frac{\delta z}{\delta(yx)}\frac{d(yx)}{d\omega'}d\omega' + \frac{1}{\sqrt{yx}}\frac{\delta z}{\delta(y/x)}\frac{d(y/x)}{d\varepsilon'}d\varepsilon' \qquad (11)$$

Il differenziale dz/yx è esatto se è noto il rapporto fra i differenziali $d\omega'$ e $d\varepsilon'$, ottenuti sugli assi di simmetria dalle componenti, in direzione ω ed ε, dell'elemento di traiettoria ds.

Consideriamo adesso due punti del piano di coordinate y ed x; le proiezioni di tutte le traiettorie che uniscono tali punti sugli assi di simmetria son eguali, in quanto evidentemente definite dalle proiezioni dei punti iniziale e finale; in particolare sono eguali alle proiezioni sugli assi di simmetria della traiettoria

lineare. Il rapporto fra i differenziali $d\omega'$ e $d\varepsilon'$ è quindi costante e determinabile, in sede di integrazione definita, a mezzo delle condizioni agli estremi dell'intervallo di integrazione; il differenziale dz/yx è, per conseguenza, esatto.

In conclusione, la divisione del differenziale dz per il prodotto yx rende univoca (attraverso la proiezione su di un asse lineare) la traiettoria che esprime l'interdipendenza fra le variabili esplicite indotta dalla variabile implicita.

Non vi è alcun elemento che consenta di affermare che alla traiettoria lineare così ottenuta corrisponda un valore nullo della variabile implicita: al contrario, essendo la scelta degli estremi, e quindi della traiettoria lineare stessa, arbitraria, ad essa corrisponde in generale un valore della variabile implicita diverso da zero.

Se quindi una funzione z dipende da due variabili esplicite y ed x, nonchè da una variabile implicita, a ciascun valore della quale corrisponde una determinata forma della traiettoria che esprime l'interdipendenza fra le variabili esplicite, nella funzione integrale del differenziale dz/yx la variabile implicita assume il valore, *diverso da zero,* che induce una interdipendenza lineare fra le variabili esplicite (un'altra dimostrazione matematica dello stesso assunto è contenuta in (5)).

È però chiaro che tale valore non è definito nel segno. Il procedimento matematico che abbiamo illustrato risulta infatti invariato se le traiettorie che esprimono l'interdipendenza fra le variabili esplicite sono definite da valori positivi o da valori negativi della variabile implicita (il cui segno potrebbe ad esempio individuare un senso di percorrenza delle traiettorie), cosicchè la traiettoria lineare può sottendere un valore positivo o un valore negativo della variabile implicita.

La funzione integrale del differenziale dz/yx risulta pertanto funzione delle sole variabili esplicite (essendo la variabile implicita resa costante), *ma è definita solo se è definito, sia pure implicitamente, il segno della variabile implicita.*

Sia adesso dq la quantità di calore assorbita da una trasformazione termodinamica reversibile elementare. Il differenziale dq si può considerare la somma di due addendi rappresentanti l'assorbimento di calore rispettivamente per la variazione di energia interna e per l'esecuzione del lavoro contro le resistenze esterne, entrambi esprimibili in funzione delle variabili di stato p e v (pressione e volume). Il differenziale dq può quindi essere espresso in funzione

delle variabili di stato e dei loro differenziali, ma è in realtà funzione anche delle resistenze esterne alla variazione di volume, che costituiscono una variabile implicita che si manifesta attraverso la particolare interdipendenza che induce fra le variabili di stato.
Per l'equazione di stato dei gas perfetti si ha:

$$dS = \frac{dq}{T} = R\,\frac{dq}{pv} \qquad (12)$$

dove T è la temperatura della trasformazione elementare, R la costante dei gas e dS la variazione elementare di entropia.
La teoria che abbiamo esposto ci permette allora di affermare che la variazione elementare di entropia, ottenuta dividendo il differenziale dq per il prodotto pv, è un differenziale esatto in quanto la variabilità delle traiettorie che esprimono l'interdipendenza fra le variabili di stato, dovuta alle resistenze esterne viene, nella funzione entropica, annullata mediante proiezione sull'unica traiettoria lineare.
Ma ci permette di stabilire che la variabile implicita costituita dalle resistenze esterne non scompare dal problema, venendo solo determinata nel valore corrispondente alla traiettoria lineare e continuando quindi a condizionare la forma della funzione entropia con il suo segno, corrispondente al verso della direzione delle resistenze esterne.
Ora, intanto le resistenze esterne possono condizionare la interdipendenza fra le variabili di stato in quanto richiedono un lavoro per il loro superamento, che deve essere eseguito da forze interne al sistema. Ad un verso delle resistenze esterne corrisponde quindi un verso delle forze sviluppabili dal sistema.
Ad ogni valore dello stato corrispondono così due valori dell'entropia a seconda che la direzione delle forze sviluppabili dal sistema abbia verso centrifugo o centripeto. Non può pertanto istituirsi una corrispondenza biunivoca fra l'entropia e lo stato a meno che non si assuma per ipotesi l'irreversibilità del verso della direzione delle forze sviluppabili dal sistema.
Ma allora l'aumento dell'entropia in un sistema isolato non può dimostrare l'impossibilità di una variazione del verso delle forze sviluppabili dal sistema (e quindi della direzione secondo cui procedono le trasformazioni irreversibili) che è stata fissata per ipotesi.

Ma vi è ancora un altro modo, più semplice, per dimostrare lo stesso assunto, sempre con riferimento ai gas perfetti.
Un sistema energeticamente isolato, preso nel suo insieme, non può compiere che trasformazioni adiabatiche ed isoterme, trasformazioni cioè che non comportino scambi energetici con l'esterno.
Consideriamo una tale trasformazione che vada dallo stato A allo stato B e supponiamo che tale trasformazione sia irreversibile, comporti cioè un aumento dell'entropia.
Secondo la teoria classica della termodinamica, la variazione entropica che si verifica fra gli stati iniziale e finale di una trasformazione irreversibile di un sistema isolato è eguale alla variazione entropica che si verifica fra gli stessi stati iniziale e finale attraverso una qualsiasi trasformazione reversibile (per la quale occorrerebbe, ovviamente, ipotizzare il non isolamento del sistema giacchè nei sistemi isolati le trasformazioni reversibili sono isoentropiche).
Si ha quindi, chiamando dU la quantità di calore assorbita per la variazione di energia interna e dL la quantità di calore assorbita dal lavoro eseguito contro le resistenze esterne nella trasformazione reversibile:

$$\Delta S = \int_A^B \frac{dq}{T} = \int_A^B \frac{dU}{T} + \int_A^B \frac{dL}{T} \tag{13}$$

Ma essendo la trasformazione effettiva del sistema isoterma, la corrispondente trasformazione reversibile, dovendo intercorrere fra gli stessi stati iniziale e finale, non potrà comportare variazioni di energia interna (evidentemente trascuriamo, così come d'altra parte fa Clausius, le variazioni di energia interna connesse alle trasformazioni fra energia cinetica e energia potenziale).
Si ha quindi:

$$\Delta S = \int_A^B \frac{dL}{T} \tag{14}$$

Ora, essendo eguali le temperature iniziale e finale, possiamo scegliere la trasformazione reversibile in modo che sia isoterma. Quindi:

$$\Delta S = \frac{1}{T} \int_{A}^{B} dL_0 \tag{15}$$

dove l'integrale al secondo membro esprime il lavoro eseguibile nella trasformazione reversibile isotermica fra gli stati A e B, il cui segno quindi coincide con quello della variazione di entropia.
Ora, come è noto, il lavoro è positivo se la direzione delle forze coincide con quella dello spostamento. La variazione entropica è quindi positiva nel senso che va da A a B se la direzione delle forze sviluppabili dal sistema è diretta nel senso che va da A a B, ma è positiva nel senso che va da B ad A se la direzione delle forze sviluppabili dal sistema va da B ad A.
L'aumento dell'entropia non può pertanto involvere l'impossibilità di inversione del senso della irreversibilità se essa è accompagnata da una inversione del verso delle forze sviluppabili dal sistema.
Infine, Jeffreys (rif. 11) e Jaynes (rif. 10) sono pervenuti a risultati da cui si può giungere facilmente ai nostri, se se ne scorge la connessione con la formulazione classica di Clausius della legge dell'aumento dell'entropia.
Prima Jeffreys in modo intuitivo e poi Jaynes in modo rigoroso hanno infatti mostrato che utilizzando il differenziale $d\sigma/\sigma$ al posto del differenziale $d\sigma$ che compare nel teorema di Bayes e Laplace relativo ad una variabile continua, si elimina la variabilità, ma non l'esistenza del parametro σ, così eliminando l'ambiguità dell'assegnazione di una uniforme densità di probabilità al parametro (confronta il già citato lavoro di Jaynes nel rif. 23 in particolare le considerazioni di pag. 25).
Partendo da tale risultato è assai facile mostrare che l'eliminazione della variabilità, ma non dell'esistenza del parametro σ sussiste anche se il differenziale $d\sigma$ viene sostituito dal differenziale di una qualsiasi funzione z o q di σ e se invece di dividere per σ si divide per una qualsiasi funzione yx o T di σ.
Nel differenziale dz/yx o dq/T è così eliminata la variabilità, ma non l'esistenza della variabile implicita σ, punto fondamentale della nostra dimostrazione.

Ai fini di descrivere la genesi e lo sviluppo dell'ordine che la nostra teoria permette, consideriamo un sistema isolato, di dimensioni cosmologiche, che sia suddividibile in zone concentriche. Le zone centrali abbiano componenti con interazioni gravitazionali trascurabili nei confronti di quelle cinetiche, mentre le zone periferiche abbiano componenti con interazioni cinetiche trascurabili nei confronti di quelle gravitazionali.
Ovviamente, la produzione di negentropia diviene evidente, nella forma di un ordine motorio centripeto, nelle zone periferiche. Tuttavia in alcune zone più interne del sistema, in cui la produzione è irrilevante, il livello di ordine può essere incrementato dall'arrivo di componenti che si muovono in direzione centripeta provenienti dalle zone periferiche.
Se il livello di tale flusso di energia cinetica ordinata proveniente dall'esterno è inferiore ad un determinato valore, esso provoca un ordine nel moto dei componenti del sottosistema interno che può essere immediatamente distrutto dai successivi urti che si verificano nell'interno del sottosistema, ossia esso rialza semplicemente la temperatura.
Ma se il livello del flusso di energia cinetica ordinata proveniente dalle zone periferiche è superiore ad un determinato valore, l'ordine da esso indotto può durare per un certo tempo.
Se il flusso di energia cinetica ordinata proveniente dalle zone periferiche è continuo, si formano strutture ordinate stazionarie caratterizzate dalla persistenza di un equilibrio fra gli opposti processi di formazione e di distruzione, che Prigogine ha chiamato strutture dissipative (19).

L'ordine così formato non è dovuto solamente alla negentropia proveniente dall'esterno ma anche all'aumento che esso determina nella produzione interna di negentropia. L'esistenza di una direzione prevalente, infatti, determina una più bassa frequenza di urti e, conseguentemente, una riduzione delle interazioni cinetiche pur a parità di energia cinetica, cosicchè le interazioni gravitazionali possono emergere e determinare un incremento dell'ordine.
Tale incremento dell'ordine, provocando una ulteriore riduzione della frequenza degli urti e quindi delle interazioni cinetiche, determina a sua volta un ulteriore allargamento delle possibilità ordinatrici e di interconnessione delle interazioni gravitazionali che porta ad un ulteriore incremento dell'ordine, con un meccanismo accumulativo.

Possiamo infine generalizzare i nostri risultati affermando che nei grandi sistemi energeticamente isolati si verifica la comparsa e la scomparsa di un "ordine motorio", e quindi di negentropia, connesse con le fasi di oscillazione di lungo periodo delle quantità di energia, dovute a trasformazioni energetiche.(1)

Nei sistemi molto grandi le oscillazioni divengono onde macroscopiche e l'ordine motorio, formato in determinati sottosistemi, può assumere la forma di un flusso energetico che va da un sottosistema all'altro.

Come è stato mostrato da Fröhlich (6,7) e da Prigogine (18, 19), l'ordine dovuto al flusso di energia proveniente dall'esterno viene accresciuto, in determinati sottosistemi, dallo sviluppo non solo di forze gravitazionali, ma anche di forze elettromagnetiche di origine interna.

In questo modo si formano condizioni di equilibrio fra gli opposti processi di produzione di entropia e di negentropia. Queste condizioni portano alla formazione delle strutture dissipative, che comprendono le strutture biologiche. L'ordine in questi sistemi nasce quindi da un disequilibrio delle forze di origine esterna, cui si aggiungono ulteriori disequilibri di origine interna, dovuti a forze gravitazionali ed elettromagnetiche la cui azione è resa possibile dall'iniziale inserzione di ordine ed il continuo operare di queste forze, in contrapposizione con l'attività distruttrice delle energie cinetiche disordinate del sistema porta a complessi fenomeni di aggregazione e disgregazione che conducono a differenziazioni formali e funzionali.

L'esistenza di interazioni informative, necessario presupposto per l'impostazione di una teoria generale dell'organizzazione dei sistemi, in cui la cibernetica può trasformarsi, può quindi ricondursi all'esistenza di campi energetici associati ai sistemi che interagiscono e che possono essere, trascurando i cosidetti campi di interazione, che agiscono a livello subatomico, campi gravitazionali ed elettromagnetici.

Essendo l'intensità delle interazioni gravitazionali ed elettromagnetiche funzione inversa del quadrato della distanza degli elementi fra cui si esercitano, l'intensità dell'azione informativa esercitata da un sistema in un punto è, a parità di masse o di cariche, funzione inversa della somma quadratica delle

(1) Se l'ipotesi di trasformazione dell'energia cinetica in massa durante la fase di espansione risultasse giustificata, essa permetterebbe una migliore comprensione dei fenomeni di aggregazione ed esplosione delle stelle, che potrebbero essere inclusi nella catena di trasformazioni energetiche che danno luogo all'apparire dell'ordine.

distanze degli elementi che compongono il sistema dal punto, funzione a sua volta della disposizione spaziale di tali componenti, cioè della forma.
Secondo la teoria della variabilità strutturale, infatti, qualsiasi forma è esprimibile attraverso la successione dei suoi momenti, che rappresentano i termini dello sviluppo in serie della funzione caratteristica di Laplace, attraverso cui si riottiene la forma originale con la formula di inversione delle funzioni caratteristiche di Fourier.
Nell'ambito della successione dei momenti ha un rilievo particolare, come è noto, il momento del secondo ordine, giacchè il resto dello sviluppo in serie della funzione caratteristica tende rapidamente a zero dopo i primi termini. Tale momento del secondo ordine esprime la somma dei quadrati delle distanze da un polo di riferimento. La proporzionalità inversa fra l'intensità dell'azione informativa elementare e il quadrato della distanza rende pertanto l'intensità dell'azione informativa integrale del sistema funzione inversa del momento del secondo ordine, cioè di una componente fondamentale della forma.
Abbiamo già avuto occasione di mostrare, estendendo e generalizzando risultati di Newton, come la struttura delle interazioni informative sia variabile con il volume del sistema. Tuttavia, con il crescere del volume del sistema le interazioni informative emergono per il più rapido decremento delle contrastanti interazioni cinetiche, mentre in senso assoluto le interazioni informative decrescono.
Troviamo adesso che le interazioni informative subiscono un diretto incremento a seguito del raggiungimento di determinate disposizioni degli elementi del sistema a parità di interazioni cinetiche.
Esiste cioè una interdipendenza delle distribuzioni di probabilità degli stati dei sottosistemi dovuta all'eterogeneità dei campi energetici di supporto delle interazioni informative; per l'emergenza di interazioni informative sono infatti privilegiate, in termini di probabilità, le modalità di ottenimento dei macrostati che danno luogo a minori sommatorie quadratiche delle distanze fra gli elementi componenti.
Ciò spiega anche perchè l'esistenza di un certo quantitativo di interazioni cinetiche è un fattore che permette in definitiva il raggiungimento di più alti e più complessi livelli di ordine. Essendo le interazioni informative funzione della disposizione delle masse, la presenza di interazioni cinetiche, che deter-

mina variazioni della disposizione delle masse, permette di scoprire la condizione in cui le interazioni informative sono massime.
Osserviamo, infine, che l'energia di un campo, impedita di manifestarsi come energia cinetica, si manifesta come energia potenziale. L'informazione può quindi comparire inizialmente nell'ambito di una energia potenziale, priva di un supporto di movimento. Ciò fintanto che non si sia raggiunto un livello di "saturazione" al di là del quale l'informazione compare nel movimento; tale condizione può essere definita come il raggiungimento di un livello di "riconoscimento" da parte dell'informazione.
È ovvio che l'unità di informazione o "bit" di Shannon (22) può essere interpretata come una unità di informazione riconoscitiva che, consentendo o meno lo sviluppo di un flusso di energia a seconda che sia stato o meno raggiunto il livello di saturazione, varia per elementi discreti (si/no); essa è però la conseguenza di un accumulo per infinitesimi dell'informazione priva di supporto di movimento, che potremmo chiamare "informazione pura", il cui supporto energetico è di tipo potenziale.
È anche possibile ipotizzare livelli tensionali di riconoscimento che possono variare per elementi infinitesimi, determinando differenti direzioni prese nello spazio dal flusso di energia, con variazioni angolari infinitesime, cioè sistemi con connessioni multiple anzichè binarie (che potrebbero essere definite come "connessioni stellari") alle quali non sarebbero applicabili le limitazioni per diseconomia di scala, definite da Shannon (17).
È evidente l'importanza di tali conclusioni ai fini degli sviluppi di una teoria generale dell'organizzazione dei sistemi quale la cibernetica potrebbe divenire. Sottolineiamo particolarmente l'importanza che in essa assume la forma, che richiama l'antico significato aristotelico. Essa è l'elemento condizionante la comparsa, il livello, il tipo (potenziale o cinetico) e la direzionalità dell'energia ordinata; essa svolge funzioni che comprendono e superano di gran lunga la funzione di consenso al passaggio dell'energia che è propria degli interruttori di un calcolatore.

Bibliografia

1 - Von Bertalanffy L.: The Theory of Open Systems in Physics and Biology - Science, III, 1960, 23

2 - Boltzmann L.: Weitere Studien uber das Warmegleichgewicht under Gasmolekulen - K. Acad. Wiss, Sitzb. II Abt. 66, 275, 1871

3 - Brillouin L.: Negentropy Principle of Information - J. Appl. Phys., 24, 9, 1152 - September 1953

4 - De Beauregard O.C.: Sur l'equivalence entre information et entropie - Sciences, II, 1961, 51

5 - Firrao S.: Sul secondo principio della termodinamica - 33° Convegno dell'Associazione Termotecnica Italiana - Ancona, 1978, nonchè su "La Termotecnica", 12, 1981

6 - Fröhlich H.: Theoretical Physics and Biology - M. Marois, Amsterdam, 1969

7 - Fröhlich H.: Long-Range Coherence in Biological Systems - Rivista del Nuovo Cimento, 7, 3, 1977

8 - Gibbs J.W.: Elementary Principles in Statistical Mechanics - Yale University Press, New Haven, 1948

9 - Jaynes E.T.: Gibbs vs. Boltzmann Entropies - Am. J. Phys., 33, 391, 1965

10 - Jaynes E.T.: Foundations of Probability Theory, Statistical Inference and Statistical Theories of Science - W.L. Harper and C.A. Hooker eds., R. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland, 1976

11 - Jeffreys H.: Theory of Probability - Oxford University Press, 1948

12 - Landsberg P.T.: Thermodynamics - Interscience, 1961

13 - Lifsits E.M., Landau L.D.: Fisica Statistica - Editori Riuniti, Bologna, 1978

14 - Maxwell J.C.: Theory of Heat - Longmans Green, London, 1871

15 - Pask G.: An approach to Cybernetics - Hutchinson, London, 1961

16 - Perucca E.: Fisica, Utet, Torino, 1972

17 - Pippenger N.: La teoria della complessità - Le Scienze, 120, 26, Agosto 1978

18 - Prigogine I.: Introduction à la thermodynamique des processus irreversibles - Dunod, Paris, 1962

19 - Prigogine I., Nicolis G.: Self-Organization in Nonequilibrium Systems - John Wiley & Sons, New York, 1977

20 - Rothstein J.: Thermodynamics ans Some Undecidable Physical Questions - Phil. Sci., 31, 1964, 40

21 - Schrödinger E.: Termodinamica statistica - Boringhieri, 1961, Torino

22 - Shannon C.E., Weaver W.: Teoria matematica della comunicazione - Etas Compass, Milano, 1968

23 - Tribus M., Levine R.: The Maximum Entropy Formalism - MIT Press, 1979

24 - Tonnelat J.: Thermodinamique et Biologie - Maloine - Doin Editeurs, Paris, 1978

25 - Wiener N.: Introduzione alla Cibernetica - Boringhieri, Torino, 1966

2 - LINEAMENTI DI UNA TEORIA DELLE INTERAZIONI INFORMATIVE

SOMMARIO

La formulazione della legge dell'aumento dell'entropia, negando la possibilità di estrapolare ai sistemi complessi lo schema di interazione fra corpi elementari di Newton, che ha come postulato la reversibilità dei processi, ha impedito che se ne traessero le naturali conseguenze e si pervenisse così allo sviluppo di una teoria delle interazioni sistemiche, o informative.

La revisione critica della legge dell'aumento dell'entropia, svolta nel saggio che precede, ha portato però a schemi interpretativi che non sono più in contraddizione con il pensiero di Newton.

Risulta così possibile delineare lo schema fondamentale di una teoria delle interazioni informative.

Il punto fondamentale di partenza è nel riconoscimento che, contrariamente a quanto comportava l'interpretazione classica della legge, la forma, cioè l'ordinamento direzionale del sistema, non è un fatto casuale privo di substrato energetico proprio, ma ad essa corrispondono delle forze, o interazioni informative, che fanno tendere il sistema verso condizioni di ordine, ossia di entropia decrescente.

Ciò avviene mediante lo sviluppo di interazioni secondarie fra i sistemi che interagiscono, dovute alle variazioni di forma che si verificano nel corso del processo di interazione. La successione delle varie strutture di interazione costituisce un ciclo o circuito cibernetico.

Particolare importanza rivestono i sistemi flessibili, in cui esistono circuiti di amplificazione o di riduzione sia delle azioni esterne (elementi sensori) sia della variabilità di forma da queste innescata (elementi effettori), cui aggiungono una proporzionale componente casuale, perché tendono verso condizioni di massima o minima interazione. A seconda che esistano solo circuiti di amplificazione primaria o anche circuiti di amplificazione secondaria, tali sistemi tendono verso condizioni di estremo relativo o di estremo assoluto.

Se sono verificate talune condizioni, essi tendono ad assumere una funzione regolatoria (e quindi autoconservativa) nei confronti dei sistemi esterni con cui interagiscono.

Se interagiscono sistemi flessibili, l'assunzione della funzione regolatoria da

parte dell'uno o dell'altro dipende da particolari condizioni, che investono la rigidità delle connessioni e la velocità di convergenza verso le condizioni di interazione estrema e per conseguenza l'estensione dei circuiti di amplificazione e l'entità dell'energia da essi sviluppata.
Vengono esaminati infine alcuni problemi connessi al rilievo dell'azione esterna, in particolare quando esso richiede sensori mobili.
Viene mostrato come in tal caso l'interazione informativa è soggetta ad una variabilità di posizionamento che comporta errori di rilevamento, eliminabili attraverso una procedura statistica che ripete la procedura di acquisizione per infinitesimi dell'informazione che si verifica nei circuiti cibernetici.

La formulazione della legge dell'aumento dell'entropia ha costituito un ostacolo notevole allo sviluppo della teoria della formazione delle strutture ordinate, o sistemi.
Secondo tale formulazione, infatti, l'entropia, misura del grado di disordine esistente in un sistema, tende ad aumentare nei sistemi energeticamente isolati.
Ciò obbliga a considerare l'informazione, ossia la quantità di ordine esistente in un sistema o come una quantità inserita dall'esterno in un istante iniziale o come un disegno scaturito casualmente in specifici sottosistemi.
Essa non può avere un substrato energetico, assumere cioè le caratteristiche di un principio attivo ordinatore, capace di sviluppare "interazioni informative" o "istruzioni", cioè modalità di ordinamento che si trasmettono nel sistema, giacché la conseguente amplificazione dell'area sottoposta ad ordinamento sarebbe in contraddizione con la legge dell'aumento dell'entropia.
L'ostacolo allo sviluppo di una teoria sulla formazione dei sistemi è costituito dal fatto che l'ipotesi dell'esistenza di interazioni informative costituisce la sola possibilità di approccio ad una molteplicità di problemi e che tale modalità di approccio si rivela, inoltre, estremamente fruttifera.
La cibernetica, o scienza delle interazioni informative, si è così sviluppata malgrado la sua stessa esistenza sia una sfida ad un principio fondamentale della scienza.
La contradditorietà fra le ipotesi che implicitamente sono alla base della cibernetica e le implicazioni della legge dell'aumento dell'entropia ha dato luogo a tentativi di conciliazione attraverso un dibattito, rintracciabile negli scritti dei fondatori della cibernetica.
Tale dibattito si è inserito in un discorso di più ampio respiro culturale sulle implicazioni della legge che aveva mostrato contradditorietà di diversa natura con fondamentali formulazioni sia del pensiero filosofico che del pensiero scientifico, in particolare con la teoria newtiana dell'interazione fra corpi elementari che prevede una reversibilità generale dei processi che la legge dell'aumento dell'entropia porta ad escludere (ct. Poincarè, Prigogine, Bergson, ecc.).
Recentemente si è formata una corrente di pensiero che ha sottoposto la legge a revisione critica, pervenendo a schemi che, contenendo il

principio informativo accanto al principio entropico, non sono in contraddizione con le necessità della cibernetica.

La revisione critica della legge verte sui seguenti punti, che esponiamo sinteticamente:

1 - L'ordine non può scaturire in un sistema di energie disordinate per effetto del caso, anche a livello di probabilità ridottissima, cioè in sottosistemi particolari, circondati da sottosistemi disordinati.

In un campo di energie cinetiche disordinate tutte le direzioni del moto sono egualmente possibili e poichè tali direzioni sono in numero infinito, la probabilità che un elemento del sistema assuma una determinata direzione è infinitesima; la probabilità che due elementi adiacenti assumano la stessa direzione è allora il prodotto delle due probabilità, quindi infinitesima di ordine superiore.

La probabilità che più elementi assumano direzioni coerenti, condizione in cui si manifesta la formazione di un ordine, è quindi il prodotto delle singole probabilità di assumere una determinata direzione e converge quindi a zero, con il crescere del numero degli elementi, in maniera così rapida da potersi considerare, in realtà, corrispondente ad una definizione per convergenza della probabilità nulla.

2 - l'interpretazione della formulazione classica della legge dell'aumento dell'entropia come di una legge generale di irreversibilità è basata sulla interpretazione dell'entropia come di una funzione determinata in maniera univoca dallo stato. È stato dimostrato che tale interpretazione è errata giacchè presuppone implicitamente come ipotesi l'irreversibilità che poi la legge dell'aumento dell'entropia dovrebbe dimostrare (cfr. il saggio che precede).

3 - La dimostrazione della legge dell'aumento dell'entropia nell'ambito della teoria cinetica dei gas (cfr. i lavori di Maxwell e Boltzmann) è basata sull'ipotesi di indipendenza statistica delle distribuzioni di probabilità degli stati delle molecole prima degli urti, mentre la più generale dimostrazione della legge nell'ambito della fisica statistica convenzionale (che si riallaccia fondamentalmente al lavoro di Gibbs), è basata sulla analoga ipotesi che le distribuzioni di probabilità degli stati dei sottosistemi macroscopici in cui è divisibile ogni sistema macroscopico isolato siano indipendenti o tendenti verso condizioni di indipendenza. È stato

mostrato che, seppure in talune condizioni le distribuzioni di probabilità degli stati dei sottosistemi tendono verso l'indipendenza, in altre condizioni tendono verso l'interdipendenza.

In particolare, quando il rapporto fra interazioni gravitazionali e interazioni cinetiche è crescente, l'interdipendenza fra i sottosistemi cresce e decresce l'entropia del sistema.

4 - Nei grandi sistemi il rapporto fra le interazioni gravitazionali e le interazioni cinetiche non può essere costante; non può essere cioè accettata l'ipotesi di "equilibrio statistico", altro fondamento della formulazione della legge dell'aumento dell'entropia in fisica statistica.

Tale dimostrazione può essere eseguita in due modi:

a) Estendendo ai grandi sistemi complessi risultati dovuti a Newton relativi ai sistemi semplici: secondo tali risultati il rapporto fra interazioni gravitazionali e interazioni cinetiche ha in determinati sistemi una oscillazione pendolare fra fasi di crescita e di decrescita (cfr. il saggio precedente).

b) Mostrando come l'ipotesi di equilibrio statistico di un sistema isolato sia in contraddizione con la teoria della relatività.

Consideriamo, infatti, un universo in cui esiste un solo corpo; evidentemente, non ha significato parlare di moto di tale corpo giacchè mancano altri corpi nei cui confronti il moto possa essere rilevato.

Ciò ammette due spiegazioni differenti:

1) – la prima ipotizza l'esistenza del moto, pur in assenza della possibilità di rilevarlo;

2) – la seconda ipotizza l'inesistenza del moto, in quanto concetto relativo che esprime una interazione fra corpi che richiede quindi altri corpi non solo per essere rilevato e misurato, ma per esistere.

1) È facile rilevare come la prima concezione si riallaccia all'ipotesi di uno spazio/tempo esistente indipendentemente dai corpi, nei cui confronti costituisce un sistema "assoluto" di riferimento.

2) La seconda concezione si riallaccia invece all'ipotesi di uno spazio/tempo che costituisce un attributo dei corpi, da cui viene determinato.

La teoria della relatività ha fatto giustizia della prima concezione, mostrando come le coordinate spazio temporali siano elementi relativistici ai corpi, da cui vengono determinati e non possono quindi conside-

rarsi ad essi preesistenti.

Ne consegue che in un universo in cui esistono due soli corpi può esistere il solo moto che esprime la variazione della loro distanza cioè il moto di avvicinamento o di allontanamento e non il moto di rotazione, che presupporrebbe uno spazio/tempo indipendente dai corpi, nel cui ambito possa ipotizzarsi un movimento anche se i due corpi mantengono una posizione relativa costante.

Se invece si introduce un terzo corpo, si determina uno spazio/tempo nell'ambito del quale può manifestarsi un moto di rotazione dei primi due corpi.

relatività

L'iterazione di tali considerazioni porta a concludere che un sistema isolato deve avere necessariamente un moto di espansione o di compressine, non può cioè essere in una condizione di "equilibrio statistico" che comporta che l'energia del sistema si manifesti attraverso una rotazione che presuppone uno spazio/tempo più complesso di quello determinabile dal sistema.

Né può ipotizzarsi che il sistema nel suo insieme sia immobile, che i movimenti si svolgano cioè solamente nell'ambito dei sottosistemi, giacché ciò equivarrebbe a ritenere nulla l'interazione formativa dello spazio/tempo fra i sottosistemi e quindi di nuovo all'ipotesi di uno spazio/tempo assoluto.

In definitiva, la legge dell'accrescimento dell'entropia, intesa come quantità di disordine, esprime l'evoluzione di un sistema i cui elementi non interagiscono in maniera sistemica ma in maniera casuale, evoluzione dovuta ad interazioni disordinate, o entropiche.

Tale situazione può essere realizzata in talune circostanze della realtà, ma non è lecito assumerne la sussistenza in ogni circostanza.

È invece possibile anche la tendenza verso condizioni di ordine quando fra gli elementi del sistema sussistono interazioni sistemiche, indotte da un campo energetico ordinato.

La considerazione che i campi energetici associabili agli oggetti (e cioè, trascurando i cosidetti campi di interazione, che operano a livello subatomico, i campi gravitazionale ed elettromagnetico) hanno intensità variabile nei vari punti dello spazio che circonda l'oggetto (e tale variabilità è amplificata dalla possibile sovrapposizione di campi gravitazionali ed elettromagnetici) porta alla ulteriore importante conclusione che la struttura delle interazioni siste-

miche è variabile a seconda della forma del sistema, cioè della disposizione nello spazio dei suoi elementi componenti.

Secondo la teoria della variabilità strutturale di Laplace, la forma è esprimibile attraverso la successione dei suoi momenti, che rappresentano i termini dello sviluppo in serie della funzione caratteristica, attraverso cui si può riottenere la forma originale (teorema di inversione delle funzioni caratteristiche di Fourier).

l'ha già detto

Poiché il resto dello sviluppo in serie della funzione caratteristica tende rapidamente a zero dopo i primi termini, possiamo rappresentare la forma attraverso i primi due termini, conglobando nel secondo il resto; per conseguenza anche l'interazione associata alla forma potrà essere rappresentata attraverso due componenti.

A tale conclusione si può giungere anche in modo più intuitivo. Consideriamo un sistema di gravi inserito in un campo gravitazionale. La variabilità del posizionamento degli elementi può decomporsi in due componenti; variabilità della distanza media degli elementi del sistema dal centro di gravità del campo e variabilità della disposizione degli elementi intorno a tale posizione media.

Per conseguenza, tenendo conto che la forza di attrazione sviluppata da un corpo in un campo gravitazionale è funzione, oltre che della distanza dal centro di gravità del campo, anche della massa del corpo, la forza sviluppata da un sistema inserito in un campo gravitazionale può decomporsi in due parti:

- azione di massa, costituita dalla forza che si avrebbe ove tutta la massa del sistema fosse concentrata nel suo baricentro;
- azione di forma, costituita dall'ulteriore forza sviluppata in conseguenza della particolare disposizione delle masse intorno al baricentro del sistema.

Perché l'azione di forma non risulti trascurabile nei confronti dell'azione di massa, occorre che le variazioni di posizione degli elementi del sistema, pur nell'ambito di una costanza della posizione del baricentro, avvengano fra linee di forza del campo gravitazionale che differiscono notevolmente di intensità.

Poiché nel campo gravitazionale le linee di forza si addensano in prossimità del centro di gravità, la manifestazione dell'azione di forma richiede che non vengano superate determinate distanze dal centro di gravità del campo, ovviamente dipendenti dalla massa degli elementi del sistema.

Se poi il campo gravitazionale è associato ad un secondo sistema, così che le azioni divengono interazioni, si richiede ancora che gli elementi dei due sistemi abbiano dimensioni similari, così che sia possibile quella "compenetrazione" necessaria per l'avvicinamento fra i componenti dei due sistemi fino al punto in cui si rende possibile lo sviluppo di interazioni di forma.
Se attraverso tale compenetrazione si raggiungono distanze tali da sviluppare fra elementi appartenenti a sistemi differenti interazioni di intensità superiore a quelle che si esercitano fra elementi appartenenti ad uno stesso sistema, si verifica in quest'ultimo la rottura dei legami aggregativi.
Perché si sviluppi una interazione di forma non è sufficiente che i componenti dei due sistemi abbiano dimensioni tali da permettere la compenetrazione; occorre anche che i due sistemi abbiano forma "complementare", nel senso che la disposizione degli elementi delle due strutture crei gli spazi attraverso cui si possa realizzare la compenetrazione e per conseguenza la minimizzazione della somma delle distanze fra gli elementi dei due sistemi, cui corrisponde il massimo valore dell'interazione di forma (che cioè alla protuberanza di una struttura corrisponda un seno dell'altra, come avviene nelle serrature fra la sagoma della chiave e la sagoma dei pioli).
Evidentemente, se lo sviluppo dell'interazione di forma è legato ad una corrispondenza della disposizione degli elementi dei due sistemi, lo spostamento relativo dei sistemi ne modifica l'intensità (nelle serrature esiste una sola posizione che permette alla chiave di aprirla).
Diremo che l'interazione di forma è soggetta ad una variabilità di posizionamento e chiameremo di "parallasse" quella orientazione reciproca delle strutture che rende massima l'interazione di forma che si esercita fra di esse.
Tali risultati sono validi quale che sia il campo energetico che sviluppa le interazioni sistemiche, che prenderanno pertanto il generico nome di interazioni di massa e di forma.
La teoria di Shannon ha già associato alla forma il concetto quantitativo di "informazione" che misura la quantità di "selezione" che essa implica fra le configurazioni alternative possibili con gli stessi elementi del sistema; noi possiamo estendere, sulla base delle considerazioni fatte, tale concetto di informazione, associandovi il concetto di intensità delle relative interazioni di forma, distinguendo così una "informazione sintattica", con contenuto energetico trascurabile e una "informazione semantica", con contenuto energetico

non trascurabile, e definire un grado di "semanticità" dell'informazione, che esprime il livello di intensità delle interazioni di forma.
L'interazione di forma può sussistere anche in assenza di una rilevabile interazione di massa.
In effetti, se l'intensità del campo agente fra due sistemi è notevolmente inferiore all'intensità del campo agente nell'interno di ciascuno dei sistemi, si determina un'indifferenza dell'assetto interno di ciascuno dei due sistemi alle interazioni di massa (condizione che definiremo di "rigidità") che può coesistere con una sensibilità all'interazione di forma, in virtù dell'aumento dell'intensità dell'interazione resa possibile dalla compenetrazione dovuta alla forma.
Consideriamo adesso una struttura complessa che sia sottoposta ad una azione esterna.
In conseguenza di tale azione si determinano modificazioni di forma interne al sistema che comportano lo sviluppo di interazioni fra i sottosistemi che lo compongono (l'esistenza di possibilità di interazioni fra i sottosistemi costituisce l'elemento di definizione come sistema di un insieme).
Le forze che così si sviluppano prendono il nome di "interazioni informative interne", e, più particolarmente, di:

a) - "Interazioni potenziali", se sono accompagnate dal solo sviluppo di energia potenziale nelle connessioni del sistema.

b) - "Interazioni riconoscitive", se sono accompagnate dallo sviluppo di energia di movimento, ma senza modificazione delle connessioni del sistema.

c) - "Interazioni distruttive", se lo sviluppo di energia di movimento è accompagnato dalla modificazione delle connessioni del sistema.

La risultante del sistema di forze riconoscitive che si sviluppano all'interno del sistema in risposta ad una azione esterna si manifesta all'esterno come forza che ha linea di azione diversa da quella dell'azione esterna e prende il nome di "retroazione di massa".
Essa può essere "positiva", se ha una componente in direzione opposta a quella dell'azione esterna, "negativa" nel caso contrario.
È appena il caso di rilevare come il concetto di retroazione, così introdotto, differisce notevolmente dal concetto classico di retroazione così come è stato

introdotto nella cibernetica.
Tale concetto classico si riferisce ad una particolare modalità di trasmissione delle informazioni: una parte dell'informazione trasportata in un canale principale dotato di un ingresso e di una uscita entra in un canale secondario o di retroazione che riporta dall'uscita all'ingresso del canale principale una parte dei segnali (anello di retroazione).
Il canale di retroazione esercita un controllo sugli outputs del canale principale. Il trasmettitore sul canale principale è infatti un dispositivo con due inputs; uno è il segnale che deve essere trasmesso sul canale principale e l'altro la retroazione di un segnale trasmesso precedentemente che rientra in input attraverso il canale di retroazione.
Quando i segnali vengono reimmessi attraverso il canale di retroazione in modo da aumentare la deviazione dell'output da uno stato stazionario, la retroazione è positiva. Quando i segnali vengono rovesciati, in modo da diminuire la deviazione dell'output da uno stato stazionario, la retroazione è negativa.
Lo svolgimento dello studio mostrerà come la nostra definizione permette una descrizione più generale delle interazioni sistemiche, nell'ambito della quale l'anello di retroazione appare come un caso particolare delle fasi di un circuito cibernetico.
Come abbiamo avuto occasione di mostrare, dunque, le retroazioni sviluppate dai sistemi hanno linea di azione diversa da quella dell'azione esterna e si esercitano quindi su punti dei sistemi con cui interagiscono che sono diversi da quelli da cui partono le azioni di stimolo: a tali punti possono corrispondere diverse linee di forza dei campi energetici che, in virtù dell'organizzazione delle masse, sono associati a tali sistemi.
Si determinano così nei sistemi che ricevono le retroazioni ulteriori retroazioni secondarie che si aggiungono a quelle sviluppate dalle interazioni di stimolo.
In ogni sistema lo sviluppo di ogni retroazione costituisce una fase di un ciclo o circuito cibernetico di accumulo di retroazione (positiva o negativa).
Perchè si sviluppi un circuito cibernetico in un sistema, quindi, occorre che la retroazione iniziale abbia una direzione diversa da quella dell'azione esterna e, perché il circuito abbia più di una fase, che a tale direzione corrisponda la possibilità di sollecitare determinate linee di forza del campo energetico

esterno, così da indurre delle retroazioni anche nel sistema esterno.
Se il sistema è rigido, sviluppa cioè in risposta alla sollecitazione esterna una retroazione che può assumere una sola direzione e se la distribuzione delle linee di forza del campo esterno non è aprioristicamente determinabile, così che vada considerata casuale, la probabilità che la direzione assunta dalla retroazione di massa coincida con la direzione di massima sollecitazione del campo esterno è, in linea generale, infinitesima.
Evidentemente, se il sistema è flessibile, sviluppa cioè una retroazione dotata di una variabilità direzionale, la probabilità di una tale coincidenza cresce.
Tale flessibilità si raggiunge quando l'interazione riconoscitiva interna raggiunge livelli cui corrispondono movimenti dei componenti del sistema che, pur non comportando la rottura delle connessioni, determinano una modificazione della disposizione delle masse di tale entità e secondo direzioni tali da provocare la variazione della direzione della retroazione di massa.
Tutti i sistemi hanno certamente un certo grado di flessibilità; è infatti noto dalla fisica come il passaggio per lo stato plastico, che comporta la modificazione non infinitesima ed irreversibile della disposizione dei componenti, sia obbligato per qualsiasi corpo sottoposto ad una azione esterna crescente, prima di raggiungere la condizione di rottura.
Noi però riserviamo la denominazione di sistemi "flessibili" a quei sistemi in cui lo stato plastico assume un'estensione particolare e non è determinato esclusivamente dalle forze esterne, ma anche da forze interne che inducono movimenti non irreversibili, di tipo oscillatorio.
Ovviamente, l'esistenza di una variabilità direzionale della retroazione di massa nei sistemi flessibili porta a strutturare un circuito cibernetico di massima o minima interazione se, una volta assunta la direzione di massima o minima interazione, la variabilità cessa; in caso contrario infatti, la direzione verrebbe abbandonata ed il circuito di massima o minima interazione potrebbe permanere solo per una frazione di tempo, rispetto a quello occorrente per tutte le variazioni, pari alla frequenza con cui la direzione relativa appare nella variabilità direzionale della retroazione.
Considerato che, onde sviluppare un circuito cibernetico di massima o minima interazione con qualsiasi sistema esterno la variabilità della retroazione deve tendere all'infinito, il tempo di permanenza tenderebbe a zero.
Ma se la variabilità viene ridotta in corrispondenza dell'assunzione di una

direzione delle retroazione che è di variazione della retroazione esterna in misura proporzionale a tale variazione, e se le direzioni di variazione della retroazione esterna sono contigue, il sistema tende a strutturare circuiti cibernetici di massima o minima retroazione.
La massima probabilità di strutturare circuiti cibernetici ad interazione massima o minima si ha quindi per i sistemi flessibili a variabilità di retroazione guidata dalle variazioni di un campo energetico associato al sistema esterno.
Evidentemente, la variabilità della retroazione è stimolata dallo stesso campo energetico che stimola la retroazione, cioè, in definitiva, dal campo energetico che sostiene l'azione esterna.
Per conseguenza, la variabilità della retroazione non può ridursi in corrispondenza di incrementi, ma solo in corrispondenza di decrementi dell'intensità del campo associato al sistema esterno che sostiene l'azione esterna.
Un sistema flessibile a variabilità guidata dalle variazioni dello stesso campo energetico che sostiene l'azione esterna di stimolo tende a strutturare nel sistema esterno un circuito cibernetico a retroazione negativa, tende cioè a divenire un sistema regolatore.
La modificazione nella disposizione interna dei componenti del sistema, che fa seguito al raggiungimento di determinati livelli energetici dell'informazione interna è responsabile della variabilità della direzione della retroazione di massa, ma non esaurisce in ciò la sua funzione.
In generale, la corrispondente modificazione di forma costituisce una informazione "sintattica", cioè priva di substrato energetico; se però essa porta ad una forma complementare a quella del sistema esterno si sviluppa una interazione di forma; l'informazione diviene cioè "semantica" e prende il nome di "retroazione di forma".
Il campo di interazione di forma è un campo di tipo attrattivo, che pertanto si oppone alla variabilità della disposizione dei componenti; esso rappresenta un campo associato al sistema esterno diverso da quello che sostiene l'azione esterna di stimolo.
Evidentemente, poichè l'interazione di forma, essendo di tipo attrattivo, si esercita con eguale intensità nei due sensi e quindi sui due sistemi che interagiscono, le funzioni regolatorie vengono assunte dal sistema le cui connessioni resistono maggiormente alle sforzo sollecitativo.
Un importantissimo elemento che può determinare la prevalenza di uno dei

due sistemi quando le connessioni siano di eguale rigidità è però costituito dall'esistenza di una collaborazione fra la retroazione di forma e la retroazione di massa, collaborazione che rende la sollecitazione più intensa nella direzione del sistema esterno (che raggiunge più rapidamente le condizioni di modificazione o di rottura).

Evidentemente, perchè un sistema flessibile possa assumere la funzione regolatoria del sistema esterno, occorre che esista una direzione della retroazione di massa o una forma del sistema che portino ad una modificazione della forma del sistema esterno e quindi dell'informazione che sostiene l'azione esterna di stimolo; l'induzione di una variabilità delle retroazioni costituisce infatti solo un meccanismo di ricerca della retroazione efficace che presuppone la sua esistenza come possibilità (dipendente, per quanto riguarda la retroazione di forma, dalla possibilità di compenetrazione e dalla possibilità di sviluppo di adeguati campi attrattivi da parte dei componenti elementari).

Se però tale retroazione esiste, è molto importante il tempo impiegato nella sua ricerca e il connesso concetto di velocità di convergenza. Se infatti interferiscono sistemi flessibili, la funzione regolatoria viene assunta dal sistema a più alta velocità di convergenza, che cioè più rapidamente raggiunge la retroazione efficace.

Tale velocità dipende innanzi tutto dalla frequenza delle retroazioni efficaci nella popolazione delle retroazioni possibili. A parità di frequenza, il circuito a retroazione di forma ha però una velocità di convergenza enormemente superiore a quella del circuito a retroazione di massa.

Tale maggiore velocità è dovuta alla presenza della fase di accumulo di retrozione che precede il raggiungimento del livello a cui segue la riduzione dell'intensità dell'azione esterna.

In assenza di tale fase e a parità di frequenza delle retroazioni efficaci la velocità di convergenza dei due circuiti sarebbe evidentemente eguale.

Possiamo perciò apprezzare la maggiore velocità connessa al circuito a retroazione di forma confrontando un circuito teorico a retroazione di forma in cui la convergenza verso la forma che determina la minimizzazione dell'azione esterna sia dovuta esclusivamente alla riduzione dell'azione esterna con un circuito a retroazione di forma in cui la convergenza sia dovuta anche all'accumulo delle retroazioni elementari di forma.

È evidente che, quanto più numerosi sono i componenti della forma esterna,

tanto più numerose sono le possibili disposizioni spaziali di tali componenti. Dal calcolo combinatorio sappiamo anzi che, pur riferendosi ad uno spazio unidimensionale, cioè a permutazioni nell'ambito di una successione in cui il numero degli "alloggiamenti" è eguale al numero degli "elementi", al tendere all'infinito di quest'ultimo, il numero delle permutazioni tende verso un infinito di ordine superiore.

Pertanto, se, nell'ambito della struttura che reagisce, la ricerca della forma "efficace" (cioè capace di modificare la forma esterna) dovesse avvenire realizzando una successione casuale di forme, la probabilità di ritrovare la forma efficace nella singola prova tenderebbe rapidamente a zero con la complessità della forma e tenderebbe all'infinito il tempo necessario al ritrovamento.

Se, però, la forma viene frazionata, e si ricercano le forme attive relative alle singole porzioni, ricostituendo poi la intera forma efficace ricongiungendo le frazioni, la variabilità necessaria alla ricerca si riduce enormemente.

Riprendendo l'esempio relativo alle permutazioni, se si ricerca una data permutazione e, anziché disporre solo di un elemento riconoscitivo della permutazione ricercata, si dispone di elementi riconoscitivi dei singoli elementi della permutazione, il numero massimo di prove da eseguire passa da $n!$ a n^2 (dove n è il numero degli elementi della permutazione). La differenza $(n! - n^2)$ è rapidamente crescente con n, cosicché il metodo di ricerca "analitico" diviene sempre più economico man mano che cresce la complessità del sistema.

La generalizzazione di tale ragionamento porta alla conclusione che, per massimizzare la probabilità di ritrovare la forma efficace o, in altre parole, per minimizzare il tempo di ricerca, questa deve essere effettuata separatamente sulle porzioni più piccole possibili della forma esterna; la ricerca deve procedere per infinitesimi.

La realizzazione di un simile processo di accumulo per infinitesimi dell'informazione nella ricerca della forma efficace richiede quindi che la variabilità di forma del sistema sia influenzata da tutte le interazioni di forma e non solo da quelle capaci di esercitare un'azione riduttiva dell'azione esterna.

A parità di frequenza di variazioni efficaci, il circuito a retroazione di forma converge quindi più rapidamente del circuito a retroazione di massa verso la condizione di minimizzazione della sollecitazione esterna.

Se poi i due circuiti operano contemporaneamente ed i campi di interazione

di forma e di interazione di massa del sistema esterno sono contigui (il che è assicurato dal fatto che sono associati allo stesso sistema) il sistema reagente converge ancora più rapidamente verso la condizione di minimizzazione della sollecitazione esterna non solo perché aumentano le variazioni che inducono convergenza, ma per effetto di interazione fra la retroazione di forma e la retroazione di massa.
Il campo attrattivo sviluppato dalla retroazione di forma costituisce infatti un operatore rotazionale della retroazione di massa che viene così indirizzata verso le direzioni più efficaci.
La realizzazione di una retroazione di forma di livello inferiore a quello direttamente modificativo della forma del sistema esterno, quindi, può non solo orientare la variabilità di forma del sistema, ma portare anche indirettamente ad una riduzione dell'intensità dell'azione esterna per la maggiore efficacia che può conferire alla retroazione di massa.
Infine, è evidente che, nell'ambito dei circuiti complessi, la velocità di convergenza, a parità di altre condizioni, cresce se cresce la sensibilità del sistema alle azioni esterne, nel senso che le retroazioni e la variabilità delle retroazioni vengano stimolate a più bassi valori dell'azione esterna.
Esaminiamo adesso in termini più generali gli effetti della sovrapposizione, in uno stesso sistema, di più circuiti cibernetici.
In un circuito cibernetico, la tensione cresce o diminuisce ad ogni fase successiva, secondo che si tratti di un circuito a retroazione positiva o di un circuito a retroazione negativa.
Chiamando x la tensione di un circuito a retroazione negativa e y la tensione di un circuito a retroazione positiva, ciò può esprimersi con le condizioni:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &< 0 \\ \frac{dy}{dt} &> 0 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

dove t è una misura della percorrenza a partire da un punto arbitrario.
La variazione della tensione nei sistemi flessibili può interpretarsi come generalizzazione del processo di rotazione della direzione di un movimento

(retroazione) nel senso della direzione di un campo informativo, rotazione che porta la componente del movimento a crescere nella direzione del campo e a decrescere nella direzione ortogonale.
Poiché la rotazione è tanto maggiore quanto più la direzione del movimento diverge da quella del campo, nelle successive fasi l'entità della rotazione e per conseguenza la variazione tensionale va progressivamente diminuendo, il che si esprime con le condizioni:

$$\frac{d^2x}{dt^2} < 0 \qquad \frac{d^2y}{dt^2} < 0 \qquad (2)$$

Consideriamo adesso due circuiti cibernetici a retroazione negativa diretti in senso opposto, di cui siano x ed y le relative tensioni ed assumiamo come direzione positiva quella di decremento della x.
Si avrà allora:

$$\frac{dx}{dt} < 0 \quad \frac{dy}{dt} > 0 \quad \frac{d^2x}{dt^2} < 0 \quad \frac{d^2y}{dt^2} > 0 \qquad (3)$$

Evidentemente, in un qualsiasi punto della percorrenza si avrà, chiamando T la tensione totale dei due circuiti

$$\frac{dT}{dt} = \frac{dx}{dt} + \frac{dy}{dt} \qquad (4)$$

Essendo i due termini al secondo membro di segno contrario, il movimento si svolgerà nella direzione x o in quella opposta a seconda che sia maggiore, in valore assoluto, dx/dt o dy/dt, ma la variazione tensionale sarà ovviamente comunque negativa.
La tensione totale tende dunque a diminuire e, pertanto, la sovrapposizione di due circuiti cibernetici a retroazione negativa determina ancora la formazione di un circuito a retroazione negativa.
Poiché però, per la terza e la quarta delle (3) la differenza fra i due differenziali va progressivamente diminuendo, il processo si arresta quando è

$$\frac{dT}{dt} = \frac{dx}{dt} + \frac{dy}{dt} = 0 \qquad (5)$$

posizione cui corrisponde il valore minimo della tensione (relazione di Jevons e Walras).
Sovrapponendo due circuiti cibernetici a retroazione negativa diretti in senso

opposto si ottiene dunque un circuito a retroazione negativa la cui tensione non tende a zero, ma verso un valore di equilibrio, o omeostatico.
Evidentemente si può scrivere, in conseguenza delle (5):

$$\left.\begin{aligned} \frac{dT}{dx} &= \frac{\delta T}{\delta x} + \frac{\delta T}{\delta y}\frac{dy}{dx} = 0 \\ \frac{dT}{dy} &= \frac{\delta T}{\delta y} + \frac{\delta T}{\delta x}\frac{dx}{dy} = 0 \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

e la estensione del risultato porta a concludere che la sovrapposizione di più circuiti cibernetici a retroazione negativa determina un circuito cibernetico a retroazione negativa che tende verso una posizione di equilibrio, cui corrisponde il valore minimo della tensione complessiva, determinato dalle equazioni:

$$\frac{dT}{dx_r} = 0 \qquad (r = 1, \ldots\ldots n) \qquad (7)$$

dove n è il numero dei circuiti.
Come è noto dall'analisi, quando le variabili da cui dipende T non sono indipendenti, il minimo individuato dalle (7) è un minimo relativo.
Se l'interdipendenza fra le variabili è esprimibile mediante m condizioni di vincolo, a valere nel minimo vincolato

$$\Phi_j (x_1 \ldots x_n) = 0 \qquad (j = 1 \ldots\ldots , m) \qquad (8)$$

dove m è il numero di variabili interdipendenti, il minimo vincolato si ottiene, come è noto, cercando il minimo libero della funzione

$$T (x_1 \ldots\ldots x_n) + \Sigma\, \alpha_j \Phi_j (x_1 \ldots\ldots x_n) \qquad (9)$$

dove gli α_j sono m variabili reali note come "moltiplicatori di Lagrange".
In particolare, le condizioni di vincolo a valere nel minimo assoluto possono essere espresse nel senso che verso tale minimo tendano a zero tutte le tensioni, cioè nella forma

$$x_j (x_1 \ldots\ldots x_n) = 0 \qquad (10)$$

e pertanto la (9) diviene:

$$T (x_1 \ldots\ldots x_n) + \Sigma\, \alpha_j x_j (x_1 \ldots\ldots x_n) \qquad (11)$$

che significa che le condizioni di minimo assoluto possono essere ottenute amplificando, secondo certe proporzioni espresse dalla struttura dei moltiplicatori di Lagrange, le tensioni dei vari circuiti.

La struttura dei moltiplicatori di Lagrange non è aprioristicamente conosciuta; associando però l'ampiezza di una variabilità stratificata della struttura delle amplificazioni al valore complessivo della tensione del sistema, si ottiene un circuito cibernetico a retroazione negativa che, sovrapposto al sistema, lo fa tendere verso le condizioni di minimo assoluto.
Evidentemente, la sovrapposizione di circuiti cibernetici a retroazione positiva diretti in senso opposto è trattabile nello stesso modo e porta alle stesse conclusioni, salvo la ovvia considerazione che la posizione di equilibrio è una posizione di massimo anzichè di minimo.
Consideriamo infine la sovrapposizione di circuiti a retroazione positiva e a retroazione negativa diretti nello stesso senso.
Le condizioni alle derivate sono, chiamando x la tensione del circuito a retroazione positiva e y la tensione del circuito a retroazione negativa, le seguenti:

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{dx}{dt} > 0 \\ \dfrac{dy}{dt} < 0 \\ \dfrac{d^2x}{dt^2} < 0 \\ \dfrac{d^2y}{dt^2} < 0 \end{array}\right\} \qquad (12)$$

Perché la sovrapposizione non dia luogo ad un circuito semplice, a retroazione positiva o negativa, occorre evidentemente che sussistano, fra i valori assoluti delle derivate, le seguenti condizioni ulteriori:

$$\left.\begin{array}{l} \left(\dfrac{dx}{dt}\right)_o > \left(\dfrac{dy}{dt}\right)_o \\ \dfrac{d^2x}{dt^2} > \dfrac{d^2y}{dt^2} \\ \text{oppure} \\ \left(\dfrac{dx}{dt}\right)_o < \left(\dfrac{dy}{dt}\right)_o \\ \dfrac{d^2x}{dt^2} < \dfrac{d^2y}{dt^2} \end{array}\right\} \qquad (13)$$

dove l'indice $()_0$ si riferisce alle condizioni iniziali.
È facile verificare che, in tali condizioni, il circuito complesso tende verso una condizione di massimo o di minimo, condizione che è però instabile e, una volta abbandonata, dà luogo ad un circuito semplice a retroazione positiva o negativa.
Perchè un circuito cibernetico porti allo sviluppo della massima interazione di forma occorre che l'oscillazione pendolare di attraversamento del campo, vale a dire la variabilità casuale di forma, non cessi prima che sia completata la rotazione verso la direzione del campo.
La sovrapposizione di un circuito a retroazione positiva al circuito principale, determinando un aumento della variabilità casuale di forma, può impedire questa eventualità. Il circuito a retroazione positiva svolge cioè la funzione amplificatoria di un moltiplicatore di Lagrange.
È però anche evidente che, se la variabilità di forma è eccessiva, risulta impossibile il bloccaggio di elementi di forma complementare che non abbiano un adeguato supporto energetico e risulta così più difficile l'aggancio del processo di acquisizione di forma.
La sovrapposizione di un circuito a retroazione negativa, con funzioni di scarico, può impedire tale eventualità.
L'amplificazione o la riduzione dell'intensità dell'energia di supporto della variabilità, attraverso circuiti di amplificazione o di scarico, ha una funzione ancora più fondamentale di quanto appare da queste considerazioni, condizionando addirittura le possibilità di esistenza dei sistemi flessibili.
Nei sistemi rigidi, infatti, il movimento dei componenti che si verifica nello stato plastico è dovuto all'azione delle forze esterne, una volta che queste abbiano superato le resistenze dovute alle forze aggregative interne, e segue quindi la direzione delle forze esterne.
Nei sistemi flessibili, invece, il movimento dei componenti è di tipo oscillatorio, onde determinare un'esplorazione del campo direzionale. Esso richiede quindi un supporto energetico endogeno che abbiamo individuato nei circuiti cibernetici di amplificazione o di scarico.
Come abbiamo avuto occasione di mostrare, inoltre, l'interazione informativa interna si manifesta sul piano puramente informativo, dell'energia potenziale, e successivamente sul piano riconoscitivo, dell'energia di movimento.
La presenza di circuiti di amplificazione o di scarico energetico, che provve-

dono cioè ad amplificare o a ridurre il substrato energetico dell'informazione, può essere di estrema utilità nell'ambito della sovrapposizione o associazione di circuiti puramente informativi, determinando (nel caso di circuiti di amplificazione) o impedendo (nel caso di circuiti di scarico) il raggiungimento del livello energetico di riconoscimento cui corrisponde lo sviluppo di una retroazione.
Nel circuito associativo del "primo tipo" la connessione di un certo gruppo di circuiti informativi con un circuito di amplificazione permette al sistema di retroagire su azioni esterne crescenti quando sono ancora di piccola entità.
Il circuito associativo del "secondo tipo" utilizza le connessioni esistenti fra la forma dell'oggetto esterno e la capacità che esso ha di indurre o scaricare le energie di supporto dell'informazione interna riconoscitiva (se variano le condizioni di contiguità spazio-temporale), per indurre delle informazioni legate alla forma dell'oggetto esterno che, attraverso circuiti amplificatori o di scarico, amplifichino o riducano il livello energetico dell'informazione interna.
Per realizzare un circuito associativo del secondo tipo occorre rilevare la forma dell'oggetto esterno anche quando ad esso non è associata alcuna avvertibile azione di forma o di massa.
Se la distanza fra gli elementi componenti la forma esterna raggiunge determinati valori (variabili in relazione alla distanza fra il sistema e la forma esterna) tale rilievo è possibile attraverso un insieme di "sensori di massa" (o attraverso un sensore di massa mobile su traiettoria prestabilita, come avviene nelle trasmissioni televisive) che rappresentano strutture capaci di rilevare informazioni di massa non avvertibili dal sistema in virtù di un più basso valore della rigidità (in cui si esprime la sensibilità alle azioni di massa).
La struttura delle energie potenziali che si determinano nei sensori, o livelli di eccitazione, si pone allora in corrispondenza univoca con la forma esterna.
Se invece la dimensione della forma esterna scende al di sotto di determinati valori, non è possibile il rilievo attraverso un sistema di sensori di massa, giacché in tal caso l'eccitazione di ogni sensore non è correlabile al livello energetico dell'emissione di un solo componente della forma esterna.
In tal caso il rilievo della forma esterna può essere eseguito solo attraverso "sensori di forma" che rappresentano strutture capaci di rilevare informazioni di forma non avvertibili dal sistema in virtù di una maggiore complementa-

rietà di forma con l'oggetto esterno.
L'interazione di forma è, però, avvertibile solo in quanto si realizzino condizioni particolari di posizionamento, esprimibili in una certa distanza fra le strutture e in una certa orientazione reciproca, prossima a quella di parallasse.
Se quindi la presenza dell'oggetto esterno deve essere rilevata in un certo ambito spaziale, occorre che tale ambito venga ispezionato da una molteplicità di sensori di forma mobili su traiettorie casuali (supponendo che vi sia un qualche mezzo per trasmettere l'informazione).
In tal modo si elimina l'impedimento dovuto alla distanza fra sensore e forma esterna, ma non l'impedimento dovuto alla orientazione reciproca che può divergere dalla orientazione di parallasse.
L'informazione rilevata attraverso sensori di forma mobili su traiettorie casuali è quindi soggetta ad un errore di posizionamento; essa può essere rilevata, per conseguenza, attraverso un "controllo" o procedura di rilievo dell'errore, teorizzato recentemente nella teoria statistica della prova delle ipotesi.
È assai interessante rilevare come tale procedura (specialmente la cosidetta "analisi sequenziale") ripeta, in sostanza, il processo di accumulo per infinitesimi dell'informazione fino al raggiungimento del livello critico di riconoscimento che abbiamo visto essere alla base dei processi di interazione informativa nei sistemi flessibili.
Per il rilievo della forma esterna attraverso sensori di forma occorre disporre di un sensore di forma per ogni possibile forma esterna; risulta quindi impossibile l'acquisizione di informazioni di forma per le quali il sistema non disponga di appositi sensori di forma.
Risulta però possibile rilevare l'esistenza di forme diverse da una forma prestabilita.
Ciò attraverso sensori mobili complessi, costituiti da un sensore di massa e da un sensore di forma che provvede a scaricare l'eccitazione del sensore di massa quando l'oggetto esterno ha forma complementare con il sensore di forma.
Quando l'oggetto esterno non ha complementarietà di forma con il sensore di forma del sensore complesso, l'eccitazione del sensore di massa non viene evidentemente scaricata e può quindi innescare, se il sensore complesso è inserito in un sistema flessibile, un circuito cibernetico a retroazione di forma che porti alla acquisizione della forma complementare a quella dell'oggetto

esterno. Tale forma può quindi essere trasferita in un sensore di forma adatto al rilievo immediato della forma dell'oggetto esterno.
Ciò nella ovvia ipotesi che l'azione esercitata dall'oggetto esterno sul sensore di massa sia riducibile attraverso l'azione esercitata dal sistema, condizione che ripropone, in termini più complessi, di interazione bilaterale energetica, le limitazioni conoscitive aprioristiche del criticismo kantiano.

Bibliografia

1 - Ashby W.R.: Introduzione alla Cibernetica - Einaudi, Torino, 1971

2 - Ashby W.R.: The Set Theory of Mechanism and Homeostasis - Gen. Syst., 9, 1964, 83

3 - Ackoff R.L.: General Systems Theory and Systems Research - Gen. Syst., 8, 1963, 117

4 - Von Bertalanffy L.: Teoria generale dei sistemi - Isedi, Milano, 1971

5 - Brillouin L.: Life, Thermodynamics and Cybernetics - Amer. Sci., 37, 554, 1949

6 - Firrao S.: Controllo statistico della qualità - Politecnico di Milano, 1968

7 - Shannon C.E., Weaver W.: Teoria matematica della comunicazione - Etas Compass, Milano, 1968

8 - Young O.R.: A Survey of General Systems Theory - Gen. Syst., 9, 1964, 61

3 - TEORIA CIBERNETICA DEI FENOMENI IMMUNOLOGICI

SOMMARIO

Questo studio si ripromette due obiettivi:

1 - Costituire una ulteriore dimostrazione della validità della teoria delle interazioni sistemiche illustrata nel saggio che precede, mostrando come un approccio differente, che scaturisce da avanzamenti differenti della scienza, porti a delineare, nel caso dei fenomeni immunologici, uno schema di interazioni che coincide, nelle sue linee fondamentali, con essa.

2 - Una volta dimostrata tale coincidenza, utilizzare la teoria delle interazioni sistemiche per sviluppare in maggiore dettaglio il modello delle interazioni immunologiche.

Per quanto riguarda il primo punto si utilizzano gli sviluppi della moderna statistica metodologica per mostrare come il sistema immunitario debba necessariamente mostrare alcuni meccanismi di azione coincidenti con quelli previsti dalla teoria delle interazioni sistemiche.

Applicando il calcolo delle probabilità alla struttura variazionale delle immunoglobuline, quale risulta dagli studi recenti, si dimostra l'impossibilità di una formazione puramente casuale degli anticorpi di repertorio, quale è ipotizzata dalle teorie immunologiche oggi accettate.

Si mostra inoltre che, mentre l'organismo può o meno possedere elementi riconoscitivi dell'antigene nei suoi elementi di forma (riconoscimento specifico), esso possiede sempre e necessariamente elementi riconoscitivi dell'antigene nelle sue capacità di danneggiare l'organismo stesso, capacità legate allo sviluppo di un'azione che deve necessariamente passare per i livelli informativo e riconoscitivo prima di raggiungere il livello distruttivo (riconoscimento aspecifico).

Pertanto, se lo sviluppo assolutamente casuale di elementi riconoscitivi specifici dell'antigene è impossibile mentre esistono certamente elementi riconoscitivi aspecifichi, lo sviluppo dei primi deve essere necessariamente subordinato a quello dei secondi che costituiscono quindi la struttura di interazioni informative di stimolo e guida prevista dalla teoria delle interazioni sistemiche e deve perseguire fini diversi dal semplice riconoscimento, connessi allo sviluppo delle azioni difensive.

Si mostra che, perché la formazione dell'immunoglobulina efficace nei confronti di un determinato antigene abbia una probabilità di formazione compatibile con

le dimensioni e con la frequenza di sopravvivenza agli attacchi antigenici mostrate dalle specie animali che hanno sviluppato tale forma di difesa, essa deve costituire un processo di convergenza stocastica estremamente rapido, quale si verifica nei sistemi flessibili complessi studiati nell'ambito della teoria delle interazioni sistemiche.

I recenti sviluppi della scienza impongono così l'esistenza di un complesso sistema di rilievo, trasmissione ed elaborazione dell'informazione antigenica in cui la comparsa dell'anticorpo è l'atto finale, non quello iniziale, sistema che deve presentare le caratteristiche di un sistema flessibile in cui si verifichi la massima velocità di convergenza verso la condizione regolatoria.

La teoria delle interazioni sistemiche viene quindi utilizzata per definire i particolari organizzativi di tale sistema.

I linfociti T svolgono certamente, nell'ambito di tale sistema, la funzione di riconoscimento aspecifico dell'informazione antigenica, ed effettuano essi stessi una prima azione difensiva aspecifica.

Lo studio cibernetico delle modalità di rilevamento dell'informazione da parte dei linfociti T porta ad importanti conclusioni. Si dimostra che il riconoscimento deve passare attraverso strutture di consenso, o di "riconoscimento del self" che determinano una variabilità del segnale di riconoscimento dovuta alla variabilità di posizionamento delle strutture fra cui ha luogo il processo riconoscitivo.

L'esistenza di tale variabilità comporta la necessaria presenza di errori di rilevamento che possono essere di duplice natura, l'una comportante il riconoscimento come not-self di strutture del self e il conseguente svolgimento di azioni autodistruttive, l'altra comportante il riconoscimento come self di strutture del not-self e la conseguente carenza di azione difensiva.

I due errori, che non possono essere annullati contemporaneamente, devono essere tenuti in condizioni di equilibrio; esiste, per conseguenza, un "campo di riconoscimento del self" costituito dall'arco delle orientazioni reciproche che permettono il riconoscimento del self, la cui ampiezza determina l'entità degli errori dell'uno e dell'altro tipo.

La stimolazione dell'attività difensiva avvia un meccanismo di restringimento del campo di riconoscimento del self, così da ridurre le accettazioni del not-self, sia pure a costo di una maggiore frequenza di rifiuti del self.

Tale meccanismo di restringimento del campo di riconoscimento del self è a "retroazione positiva" ed è necessariamente controllato da un meccanismo inibi-

tore del restringimento, a "retroazione negativa".
I due meccanismi interagiscono in maniera complessa, dando luogo ad un "restringimento marginale decrescente" dell'ampiezza del campo di riconoscimento.
L'informazione antigenica rilevata dai linfociti T, oltre a stimolare la difesa aspecifica da parte degli stessi linfociti T, stimola una variabilità conformazionale dei geni di apposite cellule che si traduce in una variabilità di forma dei siti ricettori dei linfociti B nonché delle zone variabili delle immunoglobuline.
Tale variabilità di forma ha componenti casuali e componenti sistemiche che ne determinano la convergenza stocastica, alla massima velocità possibile, verso la forma cui corrisponde l'annullamento della sollecitazione antigenica.
Le componenti sistemiche sono costituite da elementi regolatori dell'ampiezza della variabilità nelle diverse stratificazioni variazionali e dipendono, oltre che dall'intensità dell'azione antigenica rilevata dai linfociti T, che costituisce anche l'elemento attivatore del sistema, dalle interazioni di forma che si sviluppano fra anticorpi e antigeni, che costituiscono circuiti secondari, ad attivazione subordinata a quella del circuito principale, che accelerano la rapidità di convergenza verso la forma efficace.
Vengono infine inquadrati nel sistema i fenomeni di ipersensibilità e di sorveglianza immunitaria, mostrando che tale inquadramento ne permette una comprensione più approfondita di quella fin oggi possibile.

3.1. - CRITICA ALLE ATTUALI TEORIE SULLA FORMAZIONE DEL REPERTORIO IMMUNOLOGICO.

Abbandonate le primitive teorie informative sulla formazione degli anticorpi, viene oggi generalmente accettata la teoria, di chiara ispirazione darwiniana, della formazione casuale e successiva selezione dovuta alla sopravvivenza dei soli individui in cui il repertorio immunologico così acquisito si dimostra efficace nei confronti delle sollecitazioni antigeniche.
Tale teoria si riallaccia alla teoria della selezione clonale dell'immunità acquisita, secondo cui l'informazione immunologica si trova memorizzata in famiglie o "cloni" di cellule, preesistenti alla sollecitazione antigenica. Il ruolo dell'antigene sarebbe solo quello di provocare, per effetto della sua interazione con i ricettori cellulari del clone corrispondente, la proliferazione degli immunociti e delle plasmacellule corrispondenti.
In un primo momento, il repertorio immunologico venne considerato come un'acquisizione evolutiva trasmessa ereditariamente nella sua interezza, ma successivamente (dopo che Crick ebbe dimostrato l'impossibilità di contenere nel genoma la relativa informazione) si ritenne che esso fosse, almeno in parte, il frutto di "mutazioni somatiche casuali", cioè di variazioni strutturali del gene di particolari cellule che si verificano sul piano ontologico in modo assolutamente casuale. Non viene ammesso, in ogni caso, che la prima introduzione nella memoria clonale di una informazione immunologica sia il frutto di una interazione con il relativo antigene; essa viene ritenuta come un processo casuale completamente indipendente.
Sull'esistenza di una memorizzazione clonale dell'informazione immunologica e di uno sviluppo selettivo del clone corrispondente in occasione della relativa sollecitazione antigenica non è lecito oggi avere dubbi.
Dimostreremo invece matematicamente come sia impossibile che l'acquisizione del repertorio, cioè la prima introduzione in memoria dell'informazione, sia il frutto di un processo puramente casuale, avulso dall'interazione con l'antigene.
Il numero delle possibili strutture anticorpali equiprobabili è infatti così alto nei confronti del numero di strutture che consentono la sopravvivenza, che la formazione casuale degli anticorpi richiederebbe un numero di insuccessi, di morti, così alto da essere assolutamente irrealistico.

Onde determinare il numero di individui necessari perché si formi l'anticorpo efficace nei confronti di un determinato antigene occorre precisare:

a) la dimensione della popolazione di anticorpi possibili
b) quanti elementi di tale popolazione possano distruggere un determinato antigene
c) quanti anticorpi diversi possano costituire il repertorio immunologico di un individuo.

Secondo i più recenti studi sulla struttura delle immunoglobuline, gli amminoacidi che compongono le zone variabili sono 230, di cui all'incirca la metà compresa nelle zone ipervariabili. Il numero di diversi anticorpi possibili è quindi di $20^{230} = 10^{306}$.

Il riconoscimento dell'antigene è dovuto, indiscutibilmente, ad una interazione di forma, legata allo sviluppo di campi energetici non uniformi di natura mista gravitazionale ed elettromagnetica (potenziale di azione idrofobica).

Lo sviluppo di una tale interazione richiede una altissima specificità; occorre cioè che la disposizione dei costituenti dell'anticorpo segua da vicino le linee di massima tensione del campo energetico associato all'antigene. Ciò significa che, nell'ambito della popolazione di anticorpi possibili, solo pochissime strutture possono sviluppare una interazione di forma riconoscitiva di uno specifico antigene ed è evidente che tutte queste strutture debbano trovarsi in un intorno della stessa linea di forza del campo energetico associato all'antigene; le variazioni di forma dall'uno all'altro devono cioè essere esprimibili per quantità infinitesime (tesi della somiglianza formale degli anticorpi che possono riconoscere lo stesso antigene).

È poi ben chiaro che il riconoscimento non è, di per sè, elemento sufficiente a determinare la distruzione dell'antigene e quindi la sopravvivenza dell'organismo. Le immunoglobuline E, ad esempio, portano chiaramente elementi riconoscitivi dell'antigene e, cionondimeno, non hanno la capacità di distruggerlo; esse anzi si formano proprio in carenza di immunoglobuline più efficaci la cui formazione porta alla scomparsa delle IgE.

È ovvio, per conseguenza, ritenere che l'efficacia definitiva della immunoglobulina sia legata allo sviluppo di una interazione di forma di particolare intensità, superiore al livello che ne definisce la semplice capacità riconoscitiva; pertanto, le immunoglobuline capaci di distruggere un antigene risultano in numero ancora più limitato, dovendosi trovare in un intorno più ristretto della

linea di massima tensione del campo di interazione di forma.
Secondo le ricerche di Williamson, riportate in Bach (41), il numero di clonotipi afferenti ad uno stesso antigene presenti nel repertorio clonale è di circa 5.10^3.
Malgrado tutte le considerazioni fatte, che portano a limitare il numero di immunoglobuline capaci di distruggere un antigene e così determinare la sopravvivenza dell'individuo, noi supporremo, ai fini di una maggiore evidenza della dimostrazione, che sarà valida "a fortiori" se i valori ipotizzati risulteranno eccessivi (la probabilità di formazione dell'anticorpo efficace è infatti proporzionale al numero di anticorpi che possono distruggere un determinato antigene), che ogni antigene possa essere distrutto da 10^8 anticorpi.
Infine la dimensione del repertorio può essere fissata, secondo gli studi di Klinman (64), prossima a 10^8 clonotipi (più precisamente, da 2,5 a 7,5 x 10^7).
Il numero di anticorpi che possono essere immessi in repertorio da un individuo può però essere fissato a valori alquanto superiori, nell'ipotesi di graduale estinzione della memorizzazione dei cloni non sollecitati e quindi di una certa rotazione nella composizione del repertorio.
Assumiamo il valore, certamente alquanto esagerato, di 10^{10} anticorpi immissibili in repertorio da ogni individuo.
La produzione di un anticorpo capace di distruggere un determinato antigene con solo l'uno per mille di probabilità (scelta ad un valore così evidentemente basso ancora perché il ragionamento sia valido "a fortiori" per più alti livelli di probabilità) richiederebbe un numero di individui dato da:

$$10^{-3} \times 10^{-8} \times 10^{-10} \times 10^{306} = 10^{285} \qquad (1)$$

cioè un numero immenso di volte l'attuale popolazione della terra che è, come è noto, compresa fra 10^9 e 10^{10}, quale il pianeta non potrebbe contenere, anche se fossero stivati in pile di centinaia di metri di altezza su tutta la superfice del globo.
La dimensione del risultato è di tale grandezza da rendere irrilevanti i possibili errori nella valutazione dei singoli fattori contenuti nella (1).
Supponendo infatti di considerare la sola variabilità delle zone ipervariabili delle immunoglobuline (contenenti un centinaio di amminoacidi), il valore della (1) diverrebbe:

$$10^{-3} \times 10^{-8} \times 10^{-10} \times 10^{130} = 10^{109} \qquad (2)$$

quindi ancora un numero impossibile.
Ma, a parte le considerazioni che precedono, che traggono origine dall'applicazione del calcolo delle probabilità alle recenti scoperte sulla struttura delle immunoglobuline e che già sarebbero sufficienti per invalidare la teoria della formazione completamente casuale degli anticorpi di repertorio, vi sono altre considerazioni, che traggono origine dalla matematica statistica, in particolare dalla teoria della convergenza stocastica, che portano alla conclusione della necessità di un modello informativo per il processo di formazione degli anticorpi, cioè alla necessità di considerare il sistema immunitario come un sistema flessibile che reagisce alla sollecitazione antigenica sviluppando una retroazione dotata di una variabilità, costituita dalla sovrapposizione di elementi casuali e di elementi sistemici, che converge stocasticamente verso la condizione di annullamento della sollecitazione antigenica.
Le moderne teorie statistiche mostrano infatti che la probabilità di ottenere una determinata variazione può essere aumentata se alla variabilità casuale si sovrappone una variabilità sistemica, che cioè diminuisce per variazioni orientate nella direzione cercata, ottenendosi così un processo di "convergenza stocastica" verso la direzione cercata.
Mostrano cioè che, se esistesse un parametro la cui riduzione fornisse la valutazione dell'accostamento delle singole variazioni casuali della forma delle immunoglobuline alla variazione che determina l'annullamento dell'attività antigenica, l'esistenza di una connessione fra tale parametro e la variabilità di forma delle immunoglobuline aumenterebbe la probabilità di formazione dell'anticorpo efficace.
Onde valutare l'entità dell'aumento di probabilità ottenibile per questa via, si consideri che, se si potesse affermare che il 5% delle possibili disposizioni determinano una riduzione del parametro che porti a sua volta a ridurre la variabilità al 5%; se si potesse supporre anche, in via di semplificazione espositiva, che i vari livelli del parametro differiscano per quantitativi discreti, ciascuno comportante una riduzione al 5% della variabilità, sarebbe facile mostrare, applicando la legge di Poisson, che, pur essendo le possibili configurazioni delle immunoglobuline pari a 10^{130}, come previsto nella (2), basterebbero circa 10.000 tentativi per centrare una disposizione di sopravvivenza con

una probabilità superiore al 99%. L'intero processo potrebbe essere condotto assai rapidamente, in un solo individuo.
Naturalmente, con ciò non si intende affermare che nella realtà il processo di formazione degli anticorpi abbia una simile rapidità di convergenza; si è inteso solo mostrare come, una volta che alla variabilità casuale sia stata sovrapposta una variabilità sistemica orientata verso la configurazione efficace, si determini una convergenza verso questa forma che può essere anche molto rapida; la rapidità della convergenza dipende però dalla estensione della variabilità sistemica, cioè dal numero di configurazioni per le quali è definibile una riduzione del parametro e, a parità di estensione della variabilità sistemica, dall'entità della riduzione della variabilità casuale connessa ad ogni riduzione elementare del parametro.
È inoltre da considerare che la teoria della convergenza stocastica (in particolare gli sviluppi che hanno dato luogo al cosidetto metodo di Montecarlo) mostra come si possa ottenere la massima velocità di convergenza e quindi la massima probabilità di raggiungere l'obiettivo in un insieme limitato di prove anche se il numero di configurazioni per le quali è definibile una riduzione del parametro non è elevato se al fondamentale processo di convergenza, costituito dalla successione di forme cui è associata una riduzione del parametro, si sovrappongono ulteriori processi di convergenza "secondari", costituiti da successioni di forme che tendono verso la forma cui è associata una riduzione del parametro.
Nella teoria dei sistemi flessibili, esposta nel saggio che precede, si mostra come tali processi secondari di convergenza possano sussistere in tali sistemi ed essere determinati dalle "interazioni di forma" di livello tensionale inferiore a quello critico, modificativo del parametro.
Il parametro la cui variazione elementare deve fornire l'informazione elementare sull'allontanamento o sull'accostamento alla condizione di cessazione dell'attività antigenica non può essere che il livello dell'attività antigenica stessa, un suo aumento costituendo ovviamente un indizio di allontanamento e una sua diminuzione un indizio di avvicinamento alla condizione di annullamento dell'attività antigenica.
È facile mostrare che il rilevamento di tale parametro, cioè del livello di attività antigenica, rilevamento che prescinde dall'esistenza di specifiche strutture riconoscitive dell'antigene, esiste certamente negli organismi dei vertebrati.

Il rilevamento dell'attività antigenica è costituito infatti da modificazioni delle cellule in conseguenza della presenza dell'antigene, a livello puramente informativo (sviluppo di energia potenziale nelle connessioni) o riconoscitivo (sviluppo di energia cinetica, senza rottura delle connessioni) e non distruttivo; ma lo sviluppo di una sollecitazione distruttiva (senza la quale l'antigene non potrebbe impedire la sopravvivenza e non richiederebbe difesa) comporta necessariamente il passaggio, sia pure rapido, attraverso le sollecitazioni puramente informativa e riconoscitiva.
Le dimensioni dell'antigene nei confronti dell'organismo ospite comportano inoltre che l'attività distruttiva si manifesti inizialmente a livello locale, come distruzione di particolari cellule; tale distruzione parziale rappresenta, nei confronti dell'insieme dell'organismo, ancora una sollecitazione informativa.
Una volta dimostrata la necessaria esistenza di un rilevamento dell'attività antigenica, che costituice anche, ovviamente, un rilevamento aspecifico della presenza dell'antigene, la sua connessione con il meccanismo di formazione delle immunoglobuline diviene un fatto necessario; la sua trasmissione genetica, infatti, costituisce una istruzione che, pur occupando uno spazio limitato nel genoma, porta una elevatissima quantità di informazione, giacché elimina dalla necessità di sperimentarle un quantitativo enorme di alternative di forma delle immunoglobuline.
Tale connessione non può, quindi, non essere stata acquisita dal processo evolutivo che, come è noto, comporta un processo di accumulo del massimo quantitativo di informazione legata alla sopravvivenza nello spazio limitato del genoma, accumulo che viene realizzato fondamentalmente attraverso connessioni "istruttive", cioè connessioni che vincolano i gradi di libertà del processo di sviluppo ontologico.
Essa inoltre, considerazione ancora più importante, è l'unico mezzo che possa permettere di raggiungere probabilità di formazione degli anticorpi che rendano tale processo compatibile con le dimensioni assunte o assumibili dalle specie animali che hanno sviluppato tale forma di difesa.
Risulta così dimostrato, sulla base di considerazioni che utilizzano il calcolo delle probabilità, il calcolo statistico e la fisica (per quanto riguarda il necessario passaggio, a fronte di una azione esterna crescente, per stadi elastici e plastici prima di raggiungere la condizione di rottura) che la formazione degli anticorpi è la manifestazione di una retroazione alla sollecitazione antigenica,

non è convincente per nulla

retroazione dotata di una variabilità direzionale che converge verso la condizione di annullamento della sollecitazione esterna.

3.2. - TEORIA CIBERNETICA SULLA FORMAZIONE DEGLI ANTICORPI DI REPERTORIO.

Il meccanismo di formazione degli anticorpi costituisce quindi un sistema flessibile al quale sono applicabili le teorie cibernetiche illustrate nel saggio che precede.
Come è stato dimostrato nel precedente paragrafo, deve esistere una connessione fra il rilevamento della sollecitazione antigenica e l'attività di formazione degli anticorpi e quindi fra le cellule colpite dall'attacco e le cellule preposte alla produzione degli anticorpi, connessione che non può che passare per la pista plasmatica; le cellule attaccate dall'antigene devono cioè emettere un trasmettitore o "fattore di attivazione" che stimola e regola l'attività di formazione degli anticorpi.
La teoria cibernetica richiede che il rilevamento avvenga al più basso livello possibile di sollecitazione antigenica, in modo che il processo si svolga quando la rapidità di crescita della sollecitazione antigenica è bassa, così aumentando la probabilità che il processo converga verso la distruzione dell'antigene.
Devono quindi esistere delle cellule che costituiscono o sono dotate di "sensori di massa", cioè di strutture che rilevano la sollecitazione antigenica a livelli più bassi di quanto facciano le altre cellule in virtù di una minore "rigidità", cioè di una maggiore sensibilità alla sollecitazione esterna.
Per effetto di tale minore rigidità tali cellule sono sollecitate anche dalle altre cellule dell'organismo e devono quindi essere dotate di un "sensore di forma" (costituito da elementi disposti secondo determinate linee di forza del campo energetico associato ad un oggetto) che riconosce le cellule dell'organismo, o strutture del "self", provvedendo a scaricare l'eccitazione da esse indotta nel sensore di massa.
Ovviamente, se l'eccitazione del sensore di massa non è scaricata dal sensore di riconoscimento del self si determina un "riconoscimento aspecifico del not self" con l'emissione di fattori di attivazione che stimolano la formazione di

anticorpi.
È facile localizzare nei linfociti T il complesso sensore richiesto dalla teoria cibernetica giacché come è noto (malgrado una iniziale contrapposizione di opinioni, di cui sono espressione alcuni articoli citati nella bibliografia) non vi è oggi dubbio sulla inesistenza, sulle pareti cellulari di tali linfociti, di ricettori antigenici specifici, cosicché tali linfociti appaiono svolgere una funzione aspecifica.
Secondo la teoria cibernetica l'attività di formazione degli anticorpi non ancora compresi in repertorio deve essere costituita da una variabilità di forma che è casuale nell'ambito dei limiti di oscillazione che ne definiscono l'ampiezza; quest'ultima deve però essere proporzionale all'eccitazione dei linfociti T e quindi alla concentrazione plasmatica dei fattori di attivazione. Tale variabilità di forma determina forme capaci di provocare, sia attraverso una diretta interazione di forma con l'antigene, sia attraverso la connessione con altre strutture difensive, la distruzione dell'antigene e quindi l'azzeramento dell'eccitazione dei linfociti T e della variabilità di forma ad essa connessa.
Perché il sistema abbia la massima possibile velocità di convergenza verso tal condizione di cessazione della sollecitazione antigenica (e sia così massima la probabilità che la velocità di riduzione di tale sollecitazione, determinata dal sistema, sia superiore alla velocità con cui tale sollecitazione tenderebbe autonomamente a crescere, condizione necessaria perché il sistema assuma caratteristiche regolatorie) l'eccitazione dei linfociti T deve diminuire anche in corrispondenza di interazioni di forma di livello minimo, che non hanno capacità di influire direttamente sulla sollecitazione antigenica, ma possono influirvi indirettamente, attraverso la connessione con la retroazione di massa. Tale retroazione di massa è identificabile nella reazione immunologica a livello cellulare esercitata direttamente dai linfociti, reazione che per la sua aspecificità, che comporta l'impossibilità di limitare l'attività distruttiva al solo antigene, non può superare determinati livelli di intensità.
Man mano che si sviluppano le interazioni di forma cambia il tipo di connessione con la retroazione di massa, onde ottenere il complesso più efficiente. Le connessioni fra le interazioni di forma e quelle di massa sono perciò rappresentate da una successione di strutture in cui i rapporti quantitativi fra retroazione di massa e retroazione di forma vanno gradatamente modifi-

candosi a favore della retroazione di forma la cui funzione passa gradatamente da riconoscitiva ad effettrice.

In linea molto schematica, si possono evidenziare tre stadi principali nello sviluppo delle connessioni fra retroazioni di forma e di massa.

1 - Una fase iniziale in cui la riduzione della concentrazione dei fattori di attivazione è il risultato dell'acquisizione di interazioni di forma di tipo riconoscitivo da parte dei linfociti B.

2 - Una seconda fase in cui cominciano ad intervenire le immunoglobuline, nel tipo che vede una più ampia utilizzazione delle componenti costanti (IgM).

3 - Una terza fase in cui la riduzione della concentrazione dei fattori di attivazione è dovuta principalmente all'azione esercitata dalle immunoglobuline, nel tipo che vede la più ampia utilizzazione della retroazione di forma, a livello distruttivo (IgG).

La teoria cibernetica richiede infine, sempre ai fini di massimizzare la probabilità di formazione dell'anticorpo efficace, che la variabilità di forma sia direttamente influenzata dallo sviluppo di interazioni di forma.

Quindi, oltre al circuito principale di regolazione della produzione degli anticorpi (e delle altre strutture che esercitano interazioni di forma) che passa attraverso i sensori di rilevamento della sollecitazione antigenica, cioè attraverso i linfociti T, devono esistere dei circuiti secondari di regolazione che passano attraverso la misura dell'assorbimento, cioè della diminuzione della concentrazione plasmatica, di ogni variazione anticorpale o linfocitaria.

Tale diminuzione, infatti, è indizio dello sviluppo di una interazione di forma, di un "aggancio" dell'antigene, anche quando non è accompagnata da alcuna riduzione dell'attività antigenica.

Le strutture che esercitano una retroazione di forma, sia essa a livello linfocitario o a livello umorale, vengono prodotte, come è noto, attraverso un'attività genetica di apposite plasmacellule; per conseguenza la concentrazione dei fattori di attivazione deve stimolare una variabilità di forma genetica, cui fa seguito una variabilità di forma dei siti ricettori dei linfociti B e dei siti attivi delle immunoglobuline.

Si può cioè ritenere che il gene responsabile della sintesi di tali strutture variabili contenga una sequenza di basi modificabile attraverso reazioni interne che, formando anse chiuse nel DNA, escludano determinate basi, contenute

nell'interno delle anse, dall'attività genetica, cioè dalla trascrizione sul mRNA.
Si modifica così il messaggio genetico; ovviamente, se il cambiamento della configurazione del gene non comporta una riduzione della concentrazione dei fattori di attivazione (o della concentrazione della configurazione anticorpale stessa), il mancato bloccaggio della corrispondente stratificazione variazionale del gene comporta che la variazione venga abbandonata.

3.3. - EFFETTI DELLA VARIABILITÀ DI POSIZIONAMENTO SULLA EMISSIONE DEL SEGNALE RICONOSCITIVO

Secondo la teoria cibernetica, quando il rilevamento dell'informazione è effettuato, come nel sistema immunitario, attraverso sensori mobili su traiettorie casuali, esso è affetto da una variabilità di "posizionamento" o "errore di parallasse" che lo subordina ad un giudizio statistico.
Esaminiamo cosa ciò significa ed implica con riferimento ai fenomeni immunologici.
Se si richiede un riconoscimento altamente specifico del self, si richiede cioè che il livello critico dell'interazione che definisce il riconoscimento venga raggiunto solo per i componenti dell'organismo, che portano le strutture riconoscitive complementari, evitando così di riconoscere come appartenenti al self strutture esterne similari, è necessario:

a) che la struttura riconoscitiva sia molto complessa, sia cioè costituita da una molteplicità di componenti, elemento questo che diminuisce la probabilità di ritrovamento casuale di strutture esterne identiche (problema similare a quello che si presenta ai fabbricanti di serrature di sicurezza);
b) che il livello critico di interazione che determina il riconoscimento venga raggiunto attraverso l'integrazione dell'interazione relativa a tutti i componenti elementari della struttura riconoscitiva.

Nelle condizioni di massima specificità del riconoscimento, quindi, la variazione di una parte sia pure infinitesima della struttura riconoscitiva deve comportare una riduzione della interazione che la porti al di sotto del livello di riconoscimento.

Ma una riduzione della interazione può derivare non solo da una variazione elementare della forma della struttura da riconoscere ma anche da una sua posizione, nei confronti della struttura riconoscitiva, che differisce da quella che permette la massima interazione, posizione definita di "parallasse".
Ovviamente, se il riconoscimento fosse legato all'esistenza di un particolare posizionamento nei confronti di strutture che circolano liberamente nel plasma, esso costituirebbe un evento eccezionale e la maggioranza degli elementi da riconoscere sfuggirebbe al riconoscimento.
Si deve quindi necessariamente ammettere che il livello della interazione di riconoscimento sia più basso di quello che comporta l'integrazione dell'interazione esercitata da tutti gli elementi riconoscitivi della struttura, cosicché il riconoscimento avvenga anche tra strutture la cui posizione reciproca rientri in un certo arco di angolazioni, che definiremo "campo di riconoscimento del self".
In tal caso, tuttavia, il riconoscimento avviene anche fra strutture non complementari, se esse differiscono di un numero di elementi la cui interazione eguaglia la riduzione apportata nel livello critico di interazione riconoscitiva e se esse si trovano in una posizione vicina a quella di parallasse.
In sostanza, la non specificità è accompagnata da un errore di "falso riconoscimento" (chiamato nell'ambito della teoria statistica della prova delle ipotesi "errore del primo tipo"), mentre la specificità è accompagnata da un errore di "mancato riconoscimento" (chiamato nella teoria statistica della prova delle ipotesi "errore del secondo tipo").
Ovviamente, l'arco di angolazioni che permette il riconoscimento del self deve essere limitato, altrimenti sarebbero riconosciute come appartenenti al self anche forme molto differenti dal self che si presentino in una posizione vicina a quella di parallasse nei confronti delle strutture riconoscitive.
Ne consegue che la maggior parte delle strutture dell'organismo, incontrando le strutture riconoscitive linfocitarie con angoli superiori all'angolo massimo di riconoscimento, non vengono riconosciute.
Non è evidentemente possibile che si sviluppino azioni di attacco nei confronti di tutte queste strutture. Si deve quindi necessariamente ammettere che l'azione di non riconoscimento sia ben distinta da quella di attacco e che questa si sviluppi quando il numero di non riconoscimenti superi, per la presenza di strutture antigeniche, il valore determinato dai soli errori di riconoscimento.

Deve quindi necessariamente esistere un meccanismo per contare il numero di non-riconoscimenti e confrontarlo con il valore "normale" quale è determinato dai soli errori di riconoscimento.
Tale meccanismo può solo consistere nell'emissione, da parte di ogni linfocita che "non risconosce", di una certa quantità di un apposito trasmettitore o "fattore di attivazione" cosicché si determini una corrispondenza fra il numero di non riconoscimenti e la concentrazione del trasmettitore.
Tale concentrazione deve essere rilevata da un apposito sensore che viene stimolato quando la concentrazione supera un determinato valore, ossia dalla differenza con la concentrazione normale.
Il fattore di attivazione è stato già introdotto come mezzo di trasporto dell'informazione antigenica alle cellule produttrici delle strutture riconoscitive specifiche; esso quindi ha la funzione di stimolare sia la retroazione di forma o specifica, sia la diretta retroazione di massa, o aspecifica, svolta dal linfocita T.
Ovviamente, ciò non esclude che il fattore di attivazione, essendo il primo segnalatore dell'esistenza di una condizione di attacco da parte di strutture antigeniche, abbia anche altre funzioni di stimolo delle attività difensive, a livello generale cellulare o a livello di altre specifiche strutture difensive.
L'interpretazione di una vasta serie di fenomeni immunologici comporta la necessità di ipotizzare l'esistenza di un arco di angolazioni con la direzione di parallasse delle strutture riconoscitive più ampio di quello che permette il riconoscimento del self, al di fuori del quale si ha non solo non riconoscimento, ma direttamente attacco.
Per conseguenza, vi sono strutture dell'organismo che incontrano le strutture riconoscitive linfocitarie con una angolazione compresa nel settore di attacco e vengono quindi non solo non riconosciute, ma anche attaccate.
Il cerchio delle direzioni con cui le strutture dell'organismo possono incontrare le strutture riconoscitive linfocitarie può essere, in definitiva, suddiviso in tre parti:

1 - Campo di riconoscimento totale del self, in cui, come vedremo in seguito, vengono emessi dai linfociti "fattori di inibizione".
2 - Campo di riconoscimento parziale del self, in cui vengono emessi dai linfociti "fattori di attivazione".
3 - Campo di riconoscimento totale (aspecifico) del not self, in cui vengono effettuate azioni di attacco da parte dei linfociti.

L'ultimo campo può essere ulteriormente diviso in più settori, differenziabili a seconda dell'intensità dell'azione di attacco.
In effetti, poiché l'azione di attacco del linfocita è un'azione di massa, non specifica, essa non può essere adeguatamente delimitata (soprattutto nei linfociti T, privi di strutture riconoscitive specifiche dell'antigene che possano determinare una più precisa localizzazione dell'attacco) e quindi danneggia sempre i tessuti dell'organismo; è quindi ovvio che, onde minimizzare il danno, l'intensità della risposta difensiva debba essere proporzionata all'intensità dell'attacco e vada quindi dalla semplice mobilizzazione dell'antigene (staccato dai siti specifici di attacco e convogliato verso gli organi del ricambio) fino all'azione vera e propria di lisi.
Come abbiamo avuto occasione di rilevare, poiché i fattori di attivazione devono permettere un riconoscimento statistico del not self, deve esistere un sensore che rileva la concentrazione di tali fattori. Quando essa supera un certo valore, deve essere emesso un ormone che incrementa le difese restringendo il campo di riconoscimento del self e allargando il campo di riconoscimento del not-self, in cui hanno luogo le azioni di attacco.
La presenza di strutture antigeniche, quindi, è seguita da un aumento della concentrazione dei fattori di attivazione e da un restringimento del campo di riconoscimento del self.
Tale restringimento, a sua volta, è seguito da un aumento degli errori di mancato riconoscimento e quindi da un aumento della concentrazione dei fattori di attivazione che porta ad un ulteriore restringimento del campo di riconoscimento del self.
La stimolazione iniziale del meccanismo di restringimento del campo di riconoscimento del self sviluppa cioè nel sistema un circuito cibernetico eccitatorio, o a retroazione positiva, che determina una riduzione crescente del campo di riconoscimento del self e per conseguenza un aumento crescente degli errori di mancato riconoscimento e delle autodistruzioni.
Tale circuito cibernetico deve essere in qualche modo controllato, giacché altrimenti qualsiasi sollecitazione del meccanismo di difesa porterebbe ad un processo autodistruttivo inarrestabile.
Un sistema di controllo del circuito eccitatorio che consistesse semplicemente nel porre un limite massimo al restringimento del campo di riconoscimento del self non permetterebbe quella gradualità nella crescita della concentra-

zione dei fattori di attivazione e nel restringimento del campo che è fondamentale perché la concentrazione dei fattori di attivazione possa svolgere la funzione di guida cibernetica alla produzione degli anticorpi.
Per effetto della crescita della retroazione la dimensione del campo si porterebbe infatti sempre, quale che sia l'intensità dell'attacco, al valore minimo. È pertanto necessario un meccanismo regolatorio, o a retroazione negativa; esso implica che le cellule dell'organismo attaccate dai linfociti emettano un trasmettitore o "fattore di inibizione" che, raccolto da un appropriato sensore, determini l'emissione di un ormone che allarghi il campo di riconoscimento del self.
Si può ritenere che le cellule reagiscano ad un attacco esterno mediante l'emissione di un fattore di attivazione e ad un attacco interno (cioè da parte dei linfociti) attraverso l'emissione di un fattore di inibizione; in ciascuna cellula si deve quindi verificare un processo di controllo della "qualità" dell'attacco identico a quello che si verifica nel linfocita che comporta una verifica degli elementi riconoscitivi del self e che può quindi portare, anche nel linfocita, al rigetto (con l'emissione di fattori di attivazione) o alla tolleranza (con l'emissione di fattori di inibizione).
Poiché l'attacco di un certo numero di cellule dell'organismo è un fatto normale, anche il sensore che rileva la concentrazione dei fattori di inibizione da luogo all'emissione dell'ormone solo quando la concentrazione supera un determinato valore.
Ovviamente, la retroazione negativa non deve essere di tale intensità da impedire il restringimento del campo di riconoscimento del self. Man mano che il restringimento cresce essa deve però permettere riduzioni sempre più piccole, che devono divenire nulle quando si raggiunge il massimo valore consentito al restringimento.
Il meccanismo cibernetico che realizza tale modalità complessa di interazione è stato studiato per la prima volta da Jevons e Walras nell'ambito della teoria del valore. Esso prende, in tale ambito, il nome di "processo ad utilità marginale decrescente".
Trattandosi di un processo abbastanza complesso, la sua comprensione è facilitata dalla rigorosa formulazione in termini matematici, che richiede l'intervento delle derivate del primo e del secondo ordine; ne diamo, ciononostante, una breve illustrazione intuitiva.

La condizione di costanza della dimensione del campo di riconoscimento del self comporta, come abbiamo mostrato, l'equilibrio di due processi accrescitivi di segno opposto; è una condizione che viene definita di "equilibrio dinamico".
Perché si realizzi un tale equilibrio occorre che, in corrispondenza di una variazione infinitesima della concentrazione dei fattori di attivazione il restringimento (che chiameremo "marginale") sia eguale all'allargamento (che chiameremo "marginale") del campo corrispondente alla conseguente variazione della concentrazione dei fattori di inibizione (condizione di eguaglianza delle derivate del primo ordine).
Ora, se nelle condizioni iniziali, quando si verifica l'innalzamento della concentrazione dei fattori per la presenza della struttura antigenica, si verificasse l'uguaglianza del restringimento marginale e dell'allargamento marginale, non si avrebbe alcun effetto difensivo; nelle condizioni iniziali, quindi, il restringimento marginale deve essere superiore all'allargamento marginale, così che si abbia un restringimento del campo.
La condizione di eguaglianza delle opposte variazioni marginali del campo, che non si verifica nei primi cicli, deve però verificarsi in uno dei successivi cicli aumento concentrazione-restringimento del campo, perché il processo cibernetico possa arrestarsi.
Occorre perciò necessariamente che l'allargamento marginale cresca più velocemente del restringimento marginale con la concentrazione dei fattori, così che si raggiunga una condizione in cui le opposte variazioni marginali del campo divengono eguali (derivata seconda dell'allargamento maggiore della derivata seconda del restringimento).
Se la sollecitazione antigenica cresce, il restringimento marginale cresce più rapidamente; se però supponiamo che, per quanto grande possa essere la sollecitazione antigenica, la velocità di crescita del restringimento marginale risulti sempre inferiore alla velocità di crescita dell'allargamento marginale, ciò comporterà solo uno spostamento del punto di equilibrio finale fra le due retroazioni, che si verificherà in corrispondenza di una maggiore concentrazione dei fattori di inibizione.
Lo spostamento possibile del punto di equilibrio con successivi eguali aumenti della sollecitazione antigenica diviene sempre più piccolo, finché si raggiunge una posizione in cui tale spostamento diviene impossibile.

Se poi, come accade quando esistono deviazioni tumorali, la concentrazione dei fattori di inibizione cresce più velocemente di quanto richiederebbe il numero di cellule sane attaccate (perché anche le cellule tumorali emettono fattori di inibizione), il massimo livello di restringimento ottenibile rapidamente decresce, fino al punto in cui è impedito qualsiasi restringimento rispetto alla massima ampiezza del campo di riconoscimento, corrispondente all'assenza completa di qualsiasi azione difensiva.
Vi sono molte considerazioni a favore dell'ipotesi che esistano diversi circuiti di regolazione del campo di riconoscimento del self, ciascuno con propri fattori di trasmissione dell'informazione e con propri ormoni di regolazione su una sezione del campo.
Ciò evita, infatti, che in conseguenza di una invasione di agenti infettivi molto differenti dal self, solo in virtù dell'intensità dell'attacco, il campo di riconoscimento del self si restringa come se fosse necessario non riconoscere strutture molto simili al self, così esponendo ad inutili non riconoscimenti e a distruzioni una molteplicità di componenti dell'organismo.
Analoghe motivazioni di efficienza giustificano l'emissione di un particolare fattore di attivazione, capace di stimolare la retroazione di forma, ma non il restringimento del campo di riconoscimento del self, nell'ambito del settore di attacco.
Supponiamo, infatti, che si verifichi una invasione di agenti infettivi capaci di sollecitare i linfociti T oltre il livello di attacco quale che sia l'orientazione nei confronti della direzione di parallasse; evidentemente, in queste condizioni, un restringimento del campo di riconoscimento del self sarebbe inutile in quanto non migliorerebbe la sensibilità del sistema, già adeguata, e sarebbe dannoso per le autodistruzioni che indurrebbe.
Cionondimeno, occorre egualmente l'emissione di fattori di attivazione che possano costituire guida cibernetica alla costruzione di strutture anticorpali: la sensibilità del linfocita all'antigene non comporta infatti la capacità di distruggerlo senza l'aiuto delle strutture anticorpali.

3.4. - INTERPRETAZIONE CIBERNETICA DEI FENOMENI DI IPERSENSIBILITÀ.

Il restringimento del campo di riconoscimento del self, come abbiamo visto, ha dei limiti nelle autodistruzioni che induce.
Tali limiti possono essere superati se il restringimento può essere limitato al livello locale, come può avvenire quando si verificano ripetizioni di attacchi già subiti, nella ovvia ipotesi che tali attacchi non abbiano portato alla formazione di immunoglobuline, cioè di strumenti difensivi di efficacia definitiva.
Come sappiamo la formazione di anticorpi richiede molta più informazione, per realizzare un attacco per "affinità di forma", di quanta ne sia necessaria a soli fini riconoscitivi.
Quindi, il fallimento nella formazione di efficienti anticorpi non impedisce che venga raccolta la quantità di informazione necessaria ai soli fini riconoscitivi dell'antigene; sappiamo anzi che tale passaggio per la informazione riconoscitiva è obbligato anche per la formazione degli anticorpi.
Abbiamo visto come tale informazione venga inserita a livello linfocitario, rendendo così il relativo attacco specifico e permettendone una maggiore intensità, essendo evitate le autodistruzioni connesse all'uso di mezzi aspecifici di difesa.
È evidente, tuttavia, che non è possibile inserire in ogni linfocita B l'intero repertorio di informazioni riconoscitive relative a tutti gli antigeni che hanno attaccato l'organismo.
L'informazione riconoscitiva può essere solo "memorizzata" a livello di clone, cosicché la realizzazione di una difesa specifica a livello linfocitario richiede un preventivo sviluppo selettivo clonale e, conseguentemente, un ritardo nella risposta difensiva (ipersensibilità ritardata).
Quando l'attacco è di tale entità da non permettere un ritardo nella sensibilizzazione locale (l'elemento discriminatorio fra gli attacchi che permettono o non permettono la risposta ritardata non può essere, ovviamente, che il livello di concentrazione dei fattori di attivazione raggiunto nel primo attacco), il processo di sensibilizzazione può solo passare attraverso le difese aspecifiche, mediante un restringimento locale del campo di riconoscimento del self.
L'informazione riconoscitiva viene allora inserita in una speciale classe di immunoglobuline, – le IgE – che determinano, al contatto con l'antigene e

attraverso lo sviluppo di istamina, un restringimento locale estremo del campo di riconoscimento del self e quindi la più elevata capacità difensiva aspecifica, cui corrisponde, d'altro lato, il più alto livello di autodistruzione. Ovviamente, in conseguenza della presenza di tali speciali immunoglobuline nel plasma, se l'antigene riesce ugualmente a diffondersi, il restringimento estremo del campo di riconoscimento del self si estende all'intero organismo, acquistando così caratteristiche letali (shock anafilattico).
L'istamina non coincide con uno degli ormoni di restringimento del campo di riconoscimento del self, la cui emissione è stimolata dai fattori di attivazione. Come abbiamo già mostrato, infatti, l'attacco da parte dei linfociti è condizionato da due fattori che agiscono in senso opposto: la stimolazione del sensore di riconoscimento del self e la stimolazione del sensore aspecifico di massa. L'istamina agisce sul secondo fattore, rialzandone la sensibilità ed operando così su tutti i settori del campo di riconoscimento del self, mentre gli ormoni di restringimento agiscono sul primo fattore e su singoli settori del campo.

3.5. - ALCUNE CONSEGUENZE SUI MECCANISMI DI SORVEGLIANZA IMMUNITARIA.

Secondo il modello cibernetico, dunque, le cellule dell'organismo che incontrano le strutture riconoscitive linfocitarie con certe angolazioni con la direzione di parallasse vengono attaccate.
A maggior ragione le cellule tumorali subiscono un attacco se incontrano le strutture riconoscitive con un certo arco di angolazioni che è certamente più ampio del corrispondente arco relativo alle cellule sane, giacché alla riduzione di energia riconoscitiva dovuta all'angolazione si aggiunge la riduzione sia pure minima, dovuta alla diversità di forma.
L'alto assorbimento tensionale da parte degli elementi riconoscitivi del self porta comunque:

(i) a far ricadere con grande frequenza il livello di interazione nel campo della difesa debole, cosicché gran parte dell'azione difensiva è costituita da una "mobilizzazione" della cellula tumorale che si traduce in una obiettiva facilitazione delle metastasi.

(ii) a far ricadere con grande frequenza il livello di interazione in quel settore del campo in cui si ha emissione di fattori di inibizione da parte dei linfociti, con induzione di tolleranza immunitaria.

Ad ogni modo, l'azione di attacco svolgendosi nei confronti della cellula tumorale su un arco di direzioni maggiore che per le cellule sane, si determina un "campo selettivo" sfavorevole alle cellule tumorali.

Se queste ultime hanno un ritmo di riproduzione eguale a quello delle cellule sane, ciò è sufficiente a determinare la distruzione del tumore. La maggiore frequenza distruttiva delle cellule tumorali non può non portare, in un tempo più o meno lungo, alla completa scomparsa del tumore.

Il restringimento del campo di riconoscimento del self, comunque ottenuto, comporta un'amplificazione della differenza nella frequenza di distruzione dei due tipi di cellule.

Tale restringimento del campo di riconoscimento del self permetterebbe l'eliminazione del tumore solo ove inducesse una differenza nella frequenza selettiva dei due tipi di cellule superiore alla differenza nella frequenza riproduttiva.

Se ciò non si verifica, il restringimento del campo di riconoscimento del self induce un rallentamento del ritmo di accrescimento del tumore, conseguente alla maggiore severità del processo selettivo a cui la cellula tumorale viene così sottoposta.

Ma, fintanto che, pur rallentato, il processo accrescitivo del tumore continua, anche il rallentamento del ritmo accrescitivo ha carattere esclusivamente provvisorio, giacché l'incremento della concentrazione dei fattori di inibizione dovuto all'accrescimento del tumore riconduce, in un tempo più o meno breve, il campo di riconoscimento del self alle sue dimensioni iniziali.

L'individuazione e la neutralizzazione dei fattori di inibizione o dell'ormone di allargamento del self costituisce quindi un passo obbligato per un intervento che non abbia le caratteristiche della precarietà.

Bibliografia

La teoria dei fenomeni immunologici sopra esposta trova la sua giustificazione negli avanzamenti della scienza in più campi.
La necessità degli elementi fondamentali del modello può essere dimostrata matematicamente, ricorrendo ai moderni sviluppi della statistica metodologica.
Può essere dimostrato, infatti, che la formazione degli anticorpi attraverso una variabilità guidata dalla sola sopravvivenza degli individui in cui si manifesta la forma efficace, quale è ipotizzata dalla attuale teoria dei fenomeni immunologici, è impossibile e che occorre necessariamente una variabilità guidata, a livello di variazioni infinitesime, dalla concentrazione antigenica.
Tale punto può essere dimostrato attraverso la teoria della variabilità strutturale (rif. 1-2-3-4-5-6-7-8-9) costruendo la variabile statistica che esprime la probabilità di formazione casuale degli anticorpi come somma, ponderata in base alle diverse rigidità delle stratificazioni variazionali delle varie zone variabili, di n variabili statistiche rettangolari o equiprobabili, dove n è il numero di amminoacidi che concorrono alla formazione delle zone variabili (ciascuna variabile statistica, ovviamente, con 20 possibilità equiprobabili).
Si può poi determinare la variabile statistica che esprime la probabilità di formazione dell'intero repertorio di anticorpi efficaci come somma di r variabili statistiche che esprimono la probabilità di formazione casuale di ciascuno degli r anticorpi del repertorio e determinare infine il numero di individui necessari per ottenere il repertorio di sopravvivenza ad un determinato livello di probabilità.
Tale numero risulta, anche a bassi livelli di probabilità e pur considerando che in ogni individuo si manifestino più variazioni, di gran lunga superiore alla dimensione mai assunta e assumibile dalla specie.
La necessità di una variabilità guidata dalla concentrazione antigenica può essere dimostrata attraverso la teoria della convergenza stocastica (rif. 2-3-5-10-11) che mostra che, per aumentare la probabilità di formazione della forma efficace occorre introdurre un fattore riduttivo della variabilità per variazioni dirette verso la forma efficace, determinandosi così una convergenza stocastica verso tale forma.
La stessa teoria delle convergenza stocastica, negli sviluppi connessi alla

teoria della stima e del campionamento (rif. 2-3-4-5-12) che si propongono la determinazione delle condizioni di massima rapidità della convergenza porta a determinare la necessità che il fattore riduttivo agisca sul massimo numero di variazioni, quindi al livello di variazioni elementari, perché la probabilità di ottenere la forma efficace assuma valori compatibili con la dimensione e con il ritmo riproduttivo della specie.

Le condizioni di rilevamento statistico conseguenti all'esistenza di una variabilità di posizionamento del segnale sono trattate nella teoria statistica della prova delle ipotesi e nelle sue applicazioni alla teoria del controllo (rif. 2-3-4-5-13).

Alcune delle determinazioni ottenibili attraverso le teorie statistiche sono ottenibili anche attraverso la teoria dell'informazione (rif. 14-15-16-17).

Ad esempio, la quantità di informazione è definita come il logaritmo del numero di messaggi equiprobabili trasmissibili in un canale.

La misura della quantità di informazione contenuta nelle zone variabili delle immunoglobuline, che la ricerca più recente estende ben oltre il sito attivo, porta ad un numero di alternative equiprobabili e quindi a un numero di mutazioni necessarie per la formazione della Ig efficace (nell'ipotesi che non esista alcun meccanismo di regolazione della produzione degli anticorpi interno all'organismo) enorme, costituente una barriera selettiva insuperabile.

La stessa teoria dell'informazione porta alla conclusione che, per aumentare la probabilità di formazione della Ig efficace, occorre procedere ad un accumulo graduale di informazione, sfruttando la proprietà additiva di quest'ultima.

La modalità dell'azione riduttiva della concentrazione antigenica scaturisce dalle teorie dei campi, dei circuiti, delle interazioni complesse e dei sistemi (rif. 18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30) che portano a distinguere la tipologia cibernetica delle azioni, le loro interazioni e le condizioni di equilibrio.

Precedenti applicazioni di tali teorie ai fenomeni immunologici sono contenute nei riferimenti 31-32-33.

Infine, le fonti delle informazioni sulle attuali teorie e conoscenze dei fenomeni immunologici sono segnalate nei riferimenti 34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64.

1 - G. Castelnuovo: Calcolo delle Probabilità (Zanichelli, 3a ed., 1965).

2 - M.G. Kendall and A. STUART: The Advanced Theory of Statistics (Griffin & Co., 1966).

3 - F. Brambilla: Statistica (La Goliardica, 1955).

4 - E. Grant: Statistical Quality Control (McGraw Hill, 1952).

5 - S. Firrao: Controllo Statistico della Qualità - Corso di Perfezionamento in Industrie Tessili del Politecnico di Milano. Ed. Politecnico di Milano, 1968.

6 - S. Firrao: Sulle Probabilità di Accadenza casuale dei fenomeni complessi - Lezione tenuta al Corso di Perfezionamento in Industrie Tessili del Politecnico di Milano, 1969.

7 - K.L. Chung, W.H.J. Fuchs: On the Distribution of Values of Sums of Random Variables - Mem.Am.Math.Soc., n. 6, 1951.

8 - H. Cramer: Random Variables and Probability Distributions - Cambridge Tracts in Math. n. 36, 1937.

9 - W. Doeblin: Sur les Sommes d'un Grand Nombre de Variables Aleàtoires Independantes - Bull. Sci.Math. 63, 23 - 64, 1939.

10 - J.L. Doob: Stochastic Processes - (Wiley, 1968).

11 - L. Kosten: Stochastic Theory of Service Systems - (Pergamon Press, 1965).

12 - E. Slutsky: Sur la decomposition des functions aleàtoires stationnaires en composantes - Actualités Sci.Ind. 738, 35 - 55, 1938.

13 - D.K. Anand: Introduction to Control Systems - (Pergamon Press, 1976).

14 - C.E. Shannon, W. Weaver: Teoria matematica della comunicazione - (ETAS - COMPASS, 1968).

15 - G. Raisbeck: Information Theory - (MIT Press, 1965).

16 - L.P. Hyvarinen: Information Theory for Systems Engineers - (Springer - Verlag, 1968).

17 - P.M. Woodward: Probability and Information Theory - (Pergamon Press, 1966).

18 - A.J. Baden Fuller: Engineering Field Theory - (Pergamon Press, 1976).

19 - N. Wiener: Cibernetica - (Mondadori, 1970).

20 - W.R. Ashby: Introduzione alla Cibernetica - (Einaudi, 1971).

21 - S. Firrao: Lineamenti di una teoria delle interazioni informative - Saggi sulla Cibernetica.

22 - O.R. Young: A Survey of General System Theory - Gen.Syst., 9, 1964, 61.

23 - M.D. Mesarovic: General System Theory and Its Mathematical Foundation - Conferenza TEEE su "Systems Science and Cybernetics" - Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York, 1967.

24 - A. Lepschy: Teoria dei Sistemi - (UTET 1981).

25 - L. von Bertalanffy: Teoria Generale dei Sistemi - (ISEDI, Milano, 1971).

26 - L. von Bertalanffy: The Theory of Open Systems in Physics and Biology - Science, 111, 1960, 23.

27 - R.L. Ackoff: General System Theory and Systems Research - Gen.Syst., 8, 1963, 117.

28 - W.R. Ashby: The Set Theory of Mechanism and Homeostasis - Gen.Syst., 9, 1964, 83.

29 - V.I. Kremyansky: Certain Peculiarities of Organism as a "System" from the Point of Wiew of Physics, Cybernetics and Biology - Gen.Syst., 5, 1960, 221.

30 - W.M. Elsasser: Atom and Organism. A new Approach to Theoretical Biology - Princeton University Press 1976.

31 - S. Firrao: Interpretazione Cibernetica dei Fenomeni Immunologici - Annali Sclavo, vol. 21, n. 6, 1979.

32 - S. Firrao: Sulla regolazione dell'Ampiezza del Campo di Riconoscimento del Self - Annali dell'ospedale Maria Vittoria di Torino - vol. XXII, n. 1 - 6, 1979.

33 - S. Firrao: Critica alle attuali teorie sulla formazione del repertorio immunologico. - Giorn.Batt.Virol.Immun., LXXIII, 1980, 202-208.

34 - A. Bussard: L'origine cellulaire des anticorps - La Recherche, XXXI, 115-124, 1973.

35 - N.K. Jerne: The immune system - Scientific American - CCXXIX, 52, 1973.

36 - N.K. Jerne: The natural selection theory of antibody formation - Proc.-Nat.Acad.Sci. U.S., XLI, 849, 1955.

37 - F.M. Burnet: A modification of Jerne's theory of antibody production using the concept of clonal selection - Austr.J.Sci., XX, 67, 1957.

38 - F. Haurowitz: The mechanism of the immunological response, Biol.Rev., XXVII, 247, 1952.

39 - L. Pauling: A theory of the structure and process of formation of antibodies - J.Am.Chem.Soc., LXII, 2643, 1940.

40 - E. Clerici, M.L. Villa: Immunologia Generale - (UTET IV ed. 1978).

41 - J.F. Bach: Immunologie (Flammarion Médicine Sciences, 2ed. 1979).

42 - M. Fougereau: Introduzione alla Immunologia Fondamentale - (Mondadori, 1978).

43 - F. Burnet MacFarlane: Genetica Molecolare e Medicina -(UTET 1970)

44 - R.R. Porter: Structural Studies of Immunoglobulins - Science, CLXXX, 713, 1973.

45 - G.M. Edelmann: Antibody Structure and molecular Immunology - Science, CLXXX, 830, 1973.

46 - R.L. Hill, R. Delaney, Jr.R.E. Fellows, H.E. Lebovitz: The evolutionary origins of the immunoglobulins - Proc.Nat.Acad.Sci. U.S., LVI, 1762, 1966.

47 - N. Hilschmann, L.C. Craig: Amino Acid Sequence Studies with Bence-Jones proteins - Proc.Nat.Acad.Sci. U.S., LIII, 1403, 1965.

48 - R.M. Krause: The search for antibodies with molecular uniformity - Adv.Immunol., XII, 1, 1970.

49 - C. Milstein, J.R.L. Pink: Structure and Evolution of Immunoglobulins - Prog.Biophys. Mol.Biol., XXI, 209, 1970.

50 - J.A. Gally, G.M. Edelmann: The genetic control of immunoglobulin synthesis - Ann.Rev.Genetics, VI, 1, 1972.

51 - G. Smith, L. Hood, W. Fitch: Antibody Diversity - Ann.Rev.Biochem., XL, 969, 1971.

52 - C. Milstein, A.S. Munro: The genetic basis of antibody specicificity - Ann.Rev.Microb. XXIV, 335, 1970.

53 - G.M. Edelmann, W.E. Gall: The antibody problem - Ann.Rev.-Biochem., XXXVIII, 415, 1969.

54 - N.K. Jerne: The somatic generation of immune recognition - Eur.J. Immunol., I, 1, 1971.

55 - J.A. Gally, G.M. Edelmann: Somatic translocation of antibody genes - Nature, CCXXVII, 341, 1970.

56 - J.H.L. Playfair: Cell cooperation in the immune response - Clin.Exp. Immunol., VIII, 839, 1971.

57 - D.H. Katz, B. Benacerraf: The regulatory influence of activated T cells on B cell responses to antigen - Adv.Immunol., XV, 1, 1972.

58 - J.F.A. Miller, G.F. Mitchell: Cell to cell interaction in the immune response - J. Exp. Med., CXXVIII, 801, 1968 (1).

59 - H. Wigzell, B. Anderson: Isolation of lymphoid cells with active surface receptor sites - Ann. Rev. Microbiol., XXV, 291, 1971.

60 - J.J. Marchalonis, R.E. Cone, J.L. Atwell: Isolation and partial characterization of lymphocyte surface immunoglobulins - J.Exp.Med., CXXXV, 956, 1972.

61 - E.S. Vitteta, C. Bianco, V. Nussenzweig, J.W. Uhr: Cell surface immunoglobulin IV - J.Exp. Med., CXXXVI, 81, 1972.

62 - H.O. McDevitt, B. Benacerraf: Genetic control of specific immune responses - Adv. Immunol., XI, 31, 1969.

63 - J.Ch. Cerrotini, K.T. Brunner: Cell mediated cytotoxicity, allograft rejection and tumor immunity - Adv. Immunol., XVIII, 67, 1974.

64 - N.B. Klinman and N.H. Sigal: The B cell clonotype repertory - Adv.Immunol., 26, 255, 1978.

4 - GLI ELEMENTI FONDAMENTALI DEL MODELLO PSICOCIBERNETICO.

SOMMARIO

La teoria psicocibernetica si riallaccia alla teoria behaviourista americana, introducendo nel modello i risultati della teoria delle interazioni sistemiche illustrata nel secondo capitolo.
Il sistema psichico viene visto come un insieme di circuiti cibernetici interconnessi o interconnettibili attraverso la contemporaneità delle condizioni di eccitazione o di scarico.
Vengono trasferiti a tale sistema i risultati della teoria delle interazioni sistemiche relativi all'acquisizione sia dell'informazione riconoscitiva di stimolo che dell'informazione comportamentale attraverso un processo di accumulo di informazioni elementari nei relativi circuiti.
Il sistema prevede, sempre in sintonia con la teoria generale delle interazioni sistemiche, l'esistenza di circuiti di amplificazione, fino al livello di stimolazione dell'attività di risposta, del flusso energetico di determinate informazioni sensorie, nonchè l'esistenza di una variabilità di risposta di dimensioni proporzionali all'intensità dello stimolo, condizioni necessarie a far assumere al sistema caratteristiche regolatorie della realtà esterna.
L'amplificazione del flusso energetico che sostiene determinate informazioni sensorie permette infatti di anticipare la risposta o l'attività di ricerca della risposta rendendola più efficace, mentre la connessione fra la variabilità di risposta e l'intensità dello stimolo porta all'assunzione stabile della risposta capace di annullare lo stimolo.
Lo scarico tensionale conseguente all'annullamento dello stimolo viene visto come elemento irrigidente la connessione, cioè fissante la risposta per una ripetizione immediata, senza ricerca, al ripetersi dello stimolo.
I circuiti di scarico compresi nel sistema rappresentano quindi mezzi di accumulo dell'informazione relativa alle direzioni di massima efficacia riduttiva dello stimolo.
Viene mostrata la necessità, ai fini della massima flessibilità del sistema, dell'esistenza di una variabilità stratificata delle rigidità delle connessioni che in termini più generali di teoria delle interazioni sistemiche rispecchia la distribuzione delle masse e quindi la "forma interna" cui è legata la struttura dell'infor-

mazione interna, con variazioni estremamente piccole da strato a strato.
Le modificazioni indotte nel sistema nel corso della ricerca della risposta comportamentale possono essere rappresentate come dovute ad un vettore modificativo (che rappresenta nei sistemi complessi la "retroazione" dei sistemi semplici, o circuiti cibernetici) che opera nell'ambito delle stratificazioni, con una componente agente fra connessioni di eguale rigidità, chiamata componente estroversa, e una componente agente fra connessioni di diversa rigidità, chiamata componente introversa.
Viene infine mostrato come l'efficienza del sistema nella ricerca della risposta di massimo scarico tensionale è accresciuta enormemente dall'esistenza di circuiti "logici" o "simulativi", che si chiudono ad anello nell'interno del sistema e che consentono la utilizzazione massima dell'informazione in esso contenuta.

La teoria psicocibernetica trae origine dalla considerazione, comune alla teoria behaviourista americana, della psiche come di un meccanismo di associazione stimolo-risposta, ove la risposta selezionata, nell'ambito di una molteplicità di alternative, è quella che è accompagnata da una "ricompensa", cioè da una riduzione dello stimolo.
Abbiamo già studiato in termini generali tali meccanismi nell'ambito della teoria delle interazioni informative, ove prendono il nome di sistemi di regolazione, che fanno parte della categoria più ampia dei sistemi flessibili (cfr. il cap. 2.).
Essi sono dotati di una variabilità di risposta che è casuale nell'ambito di limiti di oscillazione che sono funzione dell'intensità dello stimolo e per il solo effetto di tale connessione funzionale tendono verso la risposta che determina la minimizzazione dello stimolo.
Nella forma più semplice l'assunzione casuale di una risposta che porti l'intensità dello stimolo al di sotto di certi valori determina l'assunzione definitiva di tale risposta per il conseguente annullamento della variabilità di risposta.
Nella forma più complessa il meccanismo di regolazione involve l'esistenza di una stratificazione di rigidità e lo sviluppo, in corrispondenza di ogni incremento della tensione di stimolo, di una variabilità delle connessioni di uno strato, cui corrisponde una variabilità dei componenti della risposta.
Le componenti della risposta che portano ad una riduzione dello stimolo risultano quindi stabilizzate dall'annullamento della variabilità nelle corrispondenti stratificazioni variazionali e ciò comporta la tendenza del sistema alla riduzione dello stimolo.
Indipendentemente da tali risultati della teoria cibernetica, la considerazione che il meccanismo psichico è emerso da un processo selettivo porta egualmente a concludere che esso deve essere finalizzato all'autoconservazione, quindi all'eliminazione delle condizioni di stimolo, deve cioè essere un sistema di regolazione.
Tali sistemi possono essere considerati, in linea generale, come una successione di elementi di trattamento (rilievo, conservazione, trasporto, variazione dell'intensità del supporto energetico, variazione direzionale) dell'informazione, che chiameremo "memorie".
Nell'ambito di tale successione la prima memoria è, evidentemente, quella che esegue il rilievo delle informazioni; la corrispondente struttura ciberne-

tica verrà denominata "memoria sensoria".
Il rilievo delle informazioni non è condizione sufficiente per l'attivazione del meccanismo di regolazione, che fa seguito ad un "riconoscimento" selettivo nell'ambito di una popolazione di informazioni. La relativá struttura cibernetica verrà denominata "memoria di riconoscimento ed attivazione".
Segue poi la "memoria comportamentale" che esegue la determinazione delle caratteristiche dell'intervento da eseguire, cioè la trasformazione delle informazioni sulle variabili da regolare in informazioni sulle regolazioni da effettuare.
Appare chiaro, da questa prima esposizione come, nei confronti degli schemi classici della teoria behaviourista, che prevedono le due componenti stimolo-risposta, la teoria psicocibernetica analizzi il momento della formazione dello stimolo nelle due fasi di rilievo e di riconoscimento delle informazioni sensorie.
Tale suddivisione è innanzi tutto il portato della teoria delle interazioni sistemiche, esposta al capitolo secondo.
Secondo tale teoria le interazioni sistemiche sono caratterizzate dal loro svilupparsi come somma di interazioni elementari nelle fasi di un circuito cibernetico o nei circuiti interconnessi di un circuito complesso.
Il raggiungimento di un determinato livello dell'interazione, in particolare del livello di riconoscimento, cui corrisponde l'attivazione interna del sistema, richiede quindi l'esistenza contemporanea di interazioni in un certo gruppo di circuiti interconnessi e può non verificarsi se è sollecitata solo una parte di tali circuiti o se sono sollecitati circuiti non connessi.
Tale meccanismo selettivo di raccolta delle informazioni è poi amplificato, nei sistemi flessibili, dall'esistenza di circuiti di amplificazione dell'intensità del supporto energetico dell'informazione di particolari circuiti.
In secondo luogo, la suddivisione fra le fasi di rilievo e di riconoscimento delle informazioni sensorie è il portato della teoria statistica del controllo (o della prova delle ipotesi), la cui base è tutta nella utilizzazione di informazioni che singolarmente non permettono il giudizio per giungere ad una determinazione complessa, o "riconoscimento" del giudizio.
Si dimostra in particolare, nell'ambito della teoria statistica del controllo che, già quando il controllo afferisce ad una sola variabile, il rilievo di valori inferiori al livello, cosidetto di "azione", che consente il giudizio ed è quindi imme-

diatamente produttivo di regolazione, non è inutile, ma permette anzi un'efficienza assai più elevata del processo di regolazione.
Esso infatti consente un raffronto fra le informazioni rilevate in momenti diversi che permette di giungere (attraverso un processo di accumulo delle informazioni elementari che comporta un aumento del livello probabilistico della determinazione) alla necessità della regolazione anche se le singole informazioni sono di livello inferiore a quello di azione.
Quando poi, anziché controllare una sola variabile, ne vengono controllate molte, la determinazione della necessità regolativa può scaturire da un'analisi delle loro connessioni, anche se i valori delle singole variabili non indicano alcuna necessità dell'azione regolativa. (Per l'applicazione pratica di tali concetti, vedasi l'utilizzazione dell'analisi multivariata al controllo della qualità dei prodotti industriali in: Sisto Firrao: "Controllo Statistico della Qualità" - Tipi del Politecnico di Milano, 1968).
Il trasferimento di tali considerazioni alla struttura psichica umana, considerata come un meccanismo cibernetico di regolazione, porta a ritenere che l'assunzione delle informazioni a livello tensionale inferiore a quello di stimolo, ai fini di un "riconoscimento complesso" della necessità di regolazione, costituendo un fatto necessario per ottenere condizioni minime di efficienza regolativa, debba necessariamente trovare riscontro nell'organizzazione del meccanismo psichico.
In linea più generale, l'uso di un modello analitico che fa scaturire il fenomeno non solo dalla presenza, ma anche dalla realizzazione di una determinata combinazione di valori delle variabili è obbligato per tutti i fenomeni complessi.
Se allora assumiamo la posizione di equivalenza fra la conoscenza e l'essere, con cui Helmoltz cercò di risolvere la problematica indotta dal criticismo kantiano, la suddivisione della funzione stimolativa dell'attività psichica nelle due funzioni di rilievo e di riconoscimento delle informazioni ne consegue come derivazione necessaria.
Secondo l'impostazione di Helmoltz, le categorie aprioristiche kantiane riflettono aspetti della realtà in quanto frutto di un processo modellativo da parte della realtà stessa, individuabile nel processo evolutivo.
Tale condizione di equivalenza fra le strutture dell'intelletto e quelle della realtà può allora essere estesa alle strutture che recepiscono gli stimoli

connessi con fenomeni complessi e si può ritenere che la ricezione di informazioni elementari ed il successivo svolgimento di un processo di combinazione ed accumulo sia frutto di un trasferimento, a livello di strutture cerebrali, di modalità formative della realtà, trasferimento realizzato dal processo evolutivo.

La discussione che abbiamo svolto, quindi, non solo legittima epistemologicamente la separazione, che la teoria psicocibernetica effettua, fra rilievo e riconoscimento dell'informazione, ma legittima anche la separazione della memoria di riconoscimento in due memorie, l'una connessa ad una variazione dello stato di conservazione dell'organismo, in cui il livello di riconoscimento dell'informazione è raggiunto direttamente nei circuiti di rilievo dell'informazione, o circuiti sensori, e che chiameremo, per analogia con la denominazione in uso nella teoria del controllo, "memoria di azione", e l'altra in cui il livello di riconoscimento dell'informazione è raggiunto mediante la connessione con circuiti di amplificazione, che chiameremo "memoria di allarme".

Il quadro delle funzioni psichiche che abbiamo così delineato trova riscontro, oltre che nelle considerazioni che abbiamo svolto, nella diretta osservazione della realtà.

Non vi è dubbio che negli animali l'attivazione del meccanismo di difesa si verifica in corrispondenza di un gruppo di informazioni sensorie definito in un ambito ben più ampio di possibilità ricettive dell'informazione; deve quindi esistere un meccanismo di riconoscimento delle informazioni che richiedono l'attivazione degli organi operativi, meccanismo cui abbiamo dato il nome di memoria di riconoscimento, ben distinto dal meccanismo di rilievo, cui abbiamo dato il nome di memoria sensoria.

L'ulteriore classificazione fra memoria di azione e memoria di allarme è perfettamente lecita sul piano metodologico in quanto basata su differenze (esistenza, o meno, di una concomitanza con un danneggiamento dell'organismo) inequivocabilmente esistenti nel tipo di informazione sensoria che dà luogo alla sollecitazione della memoria di riconoscimento.

Le memorie di riconoscimento ed attivazione hanno non solo la funzione di permettere o meno il passaggio dell'informazione agli organi successivi ma anche quella di modulare l'intensità del flusso energetico di supporto dell'informazione riconoscitiva.

Negli organismi complessi, infatti, gli elementi della realtà che possono dar luogo alla stimolazione del meccanismo di difesa sono numerosissimi: di fronte ad una tale molteplicità di stimolazioni sta un numero limitato di organi operativi e, conseguentemente, un numero limitato di azioni possibili.
La modulazione del livello dell'energia di supporto delle varie stimolazioni si impone allora onde deteminare un ordine di precedenza nell'accesso agli organi operativi.
Ovvie considerazioni di efficienza del sistema portano poi a ritenere che l'intensità della stimolazione e per conseguenza la priorità di accesso all'elaborazione comportamentale sia proporzionale all'entità del danno o del pericolo connesso alle relative informazioni sensorie.
La sovrapposizione di circuiti informativi per dar luogo al riconoscimento può avvenire, oltre che sul piano spaziale, anche sul piano temporale, attraverso il trattamento dell'informazione che viene detto di "conservazione".
La necessità che tale trattamento dell'informazione trovi riscontro nel modello psicocibernetico è evidente. Senza di esso il sistema rimarrebbe infatti inattivo in assenza di sollecitazioni sensorie di stimolazione delle memorie di attivazione. Non sempre però l'assenza di informazioni sensorie si accompagna con la scomparsa del pericolo; nei frequenti casi in cui il pericolo non scompare, il sistema non avrebbe la possibilità di effettuare le connessioni temporali con cui sarebbe possibile rilevarlo.
La spiegazione del comportamento di molti animali in cui certamente operano elementi conservativi dell'informazione impone quindi l'introduzione nel modello di una nuova memoria, che chiameremo "percettiva", la cui funzione è quella di sostituirsi alle informazioni sensorie, quando queste siano scomparse, nell'attivare le memorie di allarme.
Si richiede a questa memoria una certa labilità; l'emissione delle informazioni di output (che potrebbe chiamarsi il "ricordo") deve cioè cessare dopo un certo periodo di tempo, ad evitare la continuazione indefinita della difesa contro un pericolo ormai scomparso.
In termini di teoria delle interazioni informative, la memoria di allarme è rappresentabile come un circuito associativo del secondo tipo, cioè come una sovrapposizione di circuiti informativi e di un circuito di amplificazione energetica (che consente all'informazione di raggiungere il livello tensionale di riconoscimento).

Tale circuito associativo riflette la connessione esistente fra la forma dell'oggetto esterno e la capacità che esso ha di esercitare, se vengono modificate le condizioni di contiguità spazio-temporale, una interazione informativa di livello direttamente riconoscitivo.
Non è sempre possibile disporre dei circuiti informativi necessari a riconoscere tutti gli oggetti esterni che determinano, al variare delle condizioni di contiguità, la stimolazione di azione, giacché il numero di tali oggetti tende all'infinito con la complessità della loro struttura.
La carenza di informazione riconoscitiva è in tali casi esprimibile in termini di variabilità del fenomeno (giacché la stessa informazione non riconoscitiva è associabile a fenomeni diversi, associabili o meno alla possibilità di stimolazione riconoscitiva) e quindi di probabilità di accadenza inferiore all'unità. A tale carenza di informazione è possibile supplire attraverso una analisi statistica le cui modalità sono state teorizzate nell'ambito della teoria della prova delle ipotesi i cui sviluppi recenti, dovuti in buona parte al genio di Fisher, sono certamente fra le più importanti acquisizioni scientifiche di questo secolo.
In termini estremamente sintetici, le modalità di acquisizione statistica dell'informazione riconoscitiva comportano un accumulo per infinitesimi dell'informazione rilevata in successivi atti di campionatura (cui corrispondono, nell'ambito della teoria psicocibernetica, successivi rilevamenti sensori) e richiedono quindi, in termini pratici, che vengano conservate le informazioni che si ripetono e distrutte le informazioni prive di ripetitività, ottenendo così, ad ogni stadio del processo, l'informazione di massima probabilità o "verosimiglianza" (cfr. la teoria del controllo di Shewart, la teoria dell'analisi sequenziale, ecc.).
Ciò comporta la necessaria esistenza di una stratificazione di rigidità dei circuiti associativi del secondo tipo, ciascuno strato capace di conservare le informazioni di un determinato livello di verosimiglianza.
Onde rendere questo saggio leggibile anche da chi non conosce le teorie che abbiamo citato, ipotizzeremo inizialmente, in via semplificativa, due soli livelli di rigidità e definiremo le relative memorie "rigide" e "labili" (introdurremo poi, in un secondo momento, memorie "labilissime").
Riserveremo il nome di "memorie di allarme" ai soli circuiti associativi del secondo tipo rigidi, mentre introdurremo nuove memorie, che denomine-

remo semplicemente "memorie associative delle percezioni" che rappresenteranno, nel modello semplificato, i circuiti associativi del secondo tipo labili. Daremo inoltre la dimostrazione della necessaria esistenza di questo nuovo tipo di memorie indipendentemente da qualsiasi riferimento alla teoria delle interazioni informative.

Gli elementi di output della memoria associativa delle percezioni sono costituiti da informazioni sensorie capaci di stimolare una memoria di allarme mentre gli elementi di input sono le ulteriori informazioni sensorie e le ulteriori memorie percettive esistenti in occasione di una precedente sollecitazione della stessa memoria di allarme.

Tali ulteriori informazioni sensorie, legate quindi a quelle capaci di stimolare una memoria di allarme dal verificarsi di una contiguità spaziale (contemporaneità delle informazioni sensorie) o temporale (contemporaneità delle relative memorie percettive) acquistano così la capacità autonoma di stimolare la memoria di allarme.

L'esistenza delle memorie associative delle percezioni, se si prescinde da ogni riferimento alla teoria delle interazioni informative e alla teoria del controllo o della prova delle ipotesi, non è chiaramente evidente; ciò che noi percepiamo è, infatti, l'esistenza di una informazione sensoria e la conseguente attivazione del meccanismo operativo, cosa che abbiamo già interpretato con l'esistenza di una memoria di riconoscimento ed attivazione.

Potrebbe quindi sembrare arbitrario che per alcune informazioni sensorie si ipotizzi un legame indiretto con la memoria di allarme, attraverso legami associativi, di contiguità spaziale e temporale, con altre informazioni sensorie direttamente collegate con la memoria di allarme.

La giustificazione dell'esistenza della memoria associativa delle percezioni sta nella constatazione sperimentale dell'esistenza di una diversa rigidità della connessione fra informazioni sensorie e memorie di allarme nei diversi casi in cui questa viene stimolata.

Pertanto, mentre per la memoria di allarme si ipotizza un legame indelebile fra l'informazione sensoria e la memoria di allarme, nel caso della memoria associativa delle percezioni si ipotizza un legale labile, che può essere modificato nel tempo.

La connessione indiretta, attraverso le informazioni sensorie capaci di stimolare una memoria di allarme è dovuta alla constatazione che può sempre

evidenziarsi una precedente esperienza di contiguità, spaziale o temporale, delle informazioni che sollecitano le memorie associative delle percezioni con informazioni indelebilmente legate a memorie di allarme, esperienza da cui è nato il legame associativo.

La formazione della memoria associativa delle percezioni può essere interpretata come l'acquisizione di un rapporto causale fra informazioni sensorie in seguito alla realizzazione delle seguenti condizioni:

1 - L'esistenza di una contiguità fra le informazioni.

2 - L'esistenza, contemporanea alle informazioni, di un flusso di energia proveniente dalla sollecitazione di una memoria di attivazione.

La labilità dell'associazione ha la funzione di evitare che una concomitanza puramente casuale fra informazioni sensorie si traduca in un condizionamento definitivo.

Il grado di labilità deve però diminuire, il collegamento deve cioè divenire più rigido, all'innalzarsi del livello tensionale dell'emissione energetica; è ovvio infatti ritenere che, quanto maggiore è il livello di pericolosità dell'informazione, segnalato dal livello tensionale dell'emissione energetica, tanto più lungo debba essere il periodo di allarme ad essa successivo (ciò vale, ovviamente, anche per le memorie percettive).

Il grado di labilità deve anche diminuire se la concomitanza fra le informazioni sensorie si ripete, giacché in tal caso la probabilità di una concomitanza puramente casuale diminuisce ed aumenta la probabilità di una concomitanza causale.

La diminuzione della labilità, infine, deve essere funzione della frequenza con cui la ripetizione si verifica, giacché tale frequenza è a sua volta funzione del livello di probabilità dell'accadenza causale.

In definitiva:

- lo sviluppo di energia che accompagna una informazione sensoria, o percezione, è l'elemento causale della sua fissazione in memoria percettiva;
- lo sviluppo di energia che accompagna due informazioni sensorie contemporanee è l'elemento causale della formazione di un legame associativo per contiguità spaziale fra le informazioni sensorie;
- lo sviluppo di energia che accompagna una informazione sensoria e una memoria percettiva contemporanee è l'elemento causale della formazione di un legame associativo per contiguità temporale fra le relative percezioni;

– la rigidità della fissazione è funzione del livello tensionale dell'energia, della ripetitività e della frequenza con cui tale ripetitività si verifica.

L'introduzione delle memorie associative delle percezioni può anche essere giustificata, oltre che dal riferimento alla teoria delle interazioni informative e alle considerazioni ulteriori che abbiamo testè svolto, dal trasferimento nel modello psicocibernetico del meccanismo dei riflessi condizionati di Pavlov.
Esistono anche memorie associative che non richiedono nè la ripetitività nè la presenza di un intenso sviluppo di energia per risultare fissate in maniere rigida; tali memorie associative si sviluppano quando fra le percezioni esiste una "somiglianza formale", interpretabile come comunanza di una parte degli elementi sensori.
In linea generale, però, la durata delle memorie percettive ed associative delle percezioni è variabile e proporzionale al livello tensionale del flusso energetico da cui vengono strutturate, livello tensionale che è, a sua volta, direttamente proporzionale all'entità del danno o del pericolo.
Ora, non sempre un pericolo grave è un pericolo duraturo; l'attività di difesa contro pericoli gravi ma di breve durata continua quindi oltre il necessario, con spreco di risorse.
Onde eliminare tale elemento di inefficienza è necessaria l'introduzione di una nuova memoria, che chiameremo di "rassicurazione", che permetta lo scarico dell'energia prodotta dalla memoria di allarme, impedendone così l'afflusso alla memoria comportamentale, in corrispondenza di determinate informazioni provenienti dagli organi sensori che segnalino, ovviamente, la fine del pericolo.
La memoria di rassicurazione costituisce quindi un terzo tipo di memoria di riconoscimento che, a differenza dei primi due tipi (che abbiamo denominato di azione e di allarme e che, insieme, costituiscono le memorie di attivazione del sistema), sollecitata dalle informazioni sensorie, anziché produrre energia, la assorbe.
Si può interepretare tale processo come l'attivazione, da parte della memoria di rassicurazione, di una linea preferenziale di scarico dell'energia prodotta dalla memoria di allarme, linea che va dalla memoria di allarme alla memoria di rassicurazione.
La permanenza della memoria percettiva anche una volta stabilito il collegamento fra memoria di allarme e memoria di rassicurazione determina la

formazione e lo scarico continuo di energia.
Questo meccanismo di rassicurazione continua può essere all'origine di una molteplicità di attività umane che vengono ripetute con monotonia e svolge la funzione di mantenere attivo ed efficiente un meccanismo di difesa, meccanismo che può essere tanto più importante quanto più grave è il pericolo, cioè quanto più alto è il livello dell'energia sviluppata dalla memoria di allarme e quindi quanto più lunga è la durata della memoria percettiva.
L'introduzione delle memorie di rassicurazione è stata effettuata come necessità logica, onde ottenere il meccanismo più efficiente, cioè più economico nell'amministrazione delle energie disponibili per la difesa.
Essa poteva però essere anche eseguita mediante trasferimento al modello psicocibernetico di più generali formulazioni della teoria delle interazioni informative, nell'ambito della quale le connessioni di scarico sono introdotte come elemento di conservazione di informazioni sulle direzioni di massima efficienza regolativa.
Ne è anche possibile, a nostro parere, la dimostrazione sperimentale; in molti animali, infatti, se è possibile, ponendoli di fronte a determinate informazioni sensorie, porli in uno stato di allarme, è anche possibile, ponendoli di fronte a determinate altre informazioni sensorie, fare scomparire lo stato di allarme, cioè rassicurarli.
Anche le informazioni sensorie che danno luogo all'attivazione delle memorie di rassicurazione possono passare attraverso memorie percettive ed associative delle percezioni.
Ciò porta alla importante conseguenza che le memorie percettive ed associative possono formarsi non solo in conseguenza di un aumento ma anche in conseguenza di una riduzione della tensione.
La memoria comportamentale realizza la fondamentale funzione di abbinamento stimolo-risposta considerata dalla scuola behaviourista americana.
La teoria psicocibernetica accetta lo schema fondamentale di tale scuola, secondo il quale l'abbinamento nasce casualmente e viene fissato attraverso una "ricompensa" consistente in una riduzione del livello tensionale dello stimolo.
Tale schema coincide infatti perfettamente con lo schema generale dei circuiti cibernetici di regolazione, con la sola ovvia precisazione analitica che la casualità della risposta investe la modalità di esplorazione, ma non l'ampiezza del

campo di variazione che è funzione diretta dell'intensità dello stimolo; diversamente, la riduzione dello stimolo non potrebbe stabilizzare la risposta.
La teoria psicocibernetica però analizza, come già fatto per il meccanismo di formazione dello stimolo, anche il meccanismo di formazione della risposta sulla base delle teorie cibernetiche.
La condizione di sistema complesso impone che la gerarchia delle sollecitazioni stimolative, e per conseguenza la priorità di accesso operativo, subisca una modificazione che rialzi la probabilità di sopravvivenza dell'insieme nei confronti delle singole parti, modificazione costituita dalla "sommabilità" delle sollecitazioni che richiedono la stessa modalità comportamentale, cosicché la somma di sollecitazioni di basso livello tensionale ma con eguale modalità comportamentale predomini, ed abbia quindi priorità di accesso operativo, rispetto a sollecitazioni singolarmente di maggiore intensità.
La teoria delle interazioni informative richiede inoltre che l'informazione operativa, o risposta efficace, costituita dalla modalità comportamentale abbinata alla ricompensa sia determinata, così come per lo stimolo, attraverso l'accumulo di informazioni elementari.
Poiché ogni acquisizione di informazione operativa consente una sommabilità delle sollecitazioni cui viene abbinata, anche l'operazione di somma e raggruppamento delle sollecitazioni ad eguale modalità comportamentale deve svolgersi per successivi passaggi, in numero pari alle fasi di accumulo dell'informazione.
La considerazione dell'intero processo come una successione di fasi elementari di abbinamento stimolo-risposta, abbinamento realizzato da ricompense elementari, permette di poter anche localizzare le varie fasi in tempi diversi, relativi a stimoli che hanno comunanza di elementi sensori.
In un dato momento, così, possono sussistere abbinamenti già effettuati ed abbinamenti da effettuare per completare la complessità del comportamento.
Al momento della formazione dello specifico programma operativo vi sono dunque delle modalità comportamentali predeterminate; chiameremo "memorie di pretrattamento degli impulsi" (intesi come flussi di energia provenienti dalle memorie di attivazione) le strutture cibernetiche in cui sono memorizzate tali modalità comportamentali.
Successivamente all'imposizione delle modalità comportamentali di pretrattamento, gli impulsi ad eguale pretrattamento possono essere sommati e

quindi sottoposti all'operazione di selezione che consente il passaggio verso gli organi operativi al gruppo di impulsi a più alto livello energetico complessivo.

Tale funzione di raggruppamento, sommatoria e filtro degli impulsi viene attribuita ad una apposita memoria, denominata "memoria di coordinamento".

Infine al gruppo di impulsi che filtra attraverso la memoria di coordinamento vengono abbinate le ulteriori modalità comportamentali, onde definire il programma operativo nei dettagli.

Denomineremo "memoria sequenziale" la memoria responsabile di tale funzione.

Le memorie di pretrattamento introducono dunque modalità comportamentali che si associano indelebilmente all'impulso, così che risultano non modificabili nella singola esperienza comportamentale a cui devono ritenersi predeterminate. Esse fanno cioè parte di quel tipo di memorie che abbiamo definito "rigide".

Un esempio potrebbe essere costituito dalla modalità comportamentale che definisce la "polarità" del rapporto intercorrente con gli oggetti e sulla cui base i programmi potrebbero essere classificati in:

a) "proiettivi" o di "rifiuto" (polarità negativa)

b) "introiettivi" o di "attrazione" (polarità positiva)

e la relativa memoria potrebbe chiamarsi "polare".

Un altro esempio potrebbe essere la modalità comportamentale che definisce il punto di applicazione delle forze nelle quali si esplica l'attività comportamentale, sulla cui base i programmi potrebbero essere classificati in:

a) "attivi" - punto di applicazione sull'oggetto

b) "passivi" - punto di applicazione sul soggetto

e la relativa memoria potrebbe essere chiamata " di fulcro".(1)

La memoria sequenziale deve invece abbinare agli impulsi elementi comportamentali non legati aprioristicamente ad essi da alcun rapporto di necessità;

(1) Nel successivo sviluppo di questo studio faremo rientrare tali modalità di pretrattamento polari e di fulcro nell'ambito di una definizione dei percorsi dei flussi di energia nella rete di connessioni cerebrali esprimibile, in ogni stratificazione di connessioni, attraverso un vettore che ha una componente estroversa e una componente introversa. Tale vettore sarà introdotto inizialmente nell'ambito delle connessioni labili in cui ha una variabilità nelle componenti che svolge una importantissima funzione nella ricerca dei programmi operativi ottimali e sarà poi esteso, come più idonea modalità descrittiva della variabilità dei percorsi dei flussi di energia, all'intera rete di

l'influsso che tali elementi comportamentali esercitano sul livello degli impulsi deve essere anzi estremamente variabile in funzione di elementi non noti della realtà esterna, così da non poter essere predeterminati.
Per conseguenza anche il legame associativo fra tali elementi comportamentali ed il gruppo di impulsi agente realizzato dalla memoria sequenziale deve essere corrispondentemente labile, in modo che possa essere variato con il mutare della realtà esterna.
La memoria sequenziale del modello psicocibernetico rispecchia integralmente lo schema di abbinamento stimolo-risposta proprio della scuola behaviourista americana.
La memoria operativa (intendendosi con tale termine gli elementi di comando dei terminali cerebrali degli organi operativi) realizza cioè una successione di connessioni, cui corrisponde una successione di azioni svolte dagli organi operativi, nella quale la scelta delle varie azioni successive è, ovviamente nell'ambito delle caratteristiche dell'azione imposte dalle memorie di pretrattamento, assolutamente casuale.
Si suppone che nelle memorie sequenziali vengano registrate le azioni eseguite dagli organi operativi in maniera labilissima e con un limite nel numero delle azioni che possono essere ritenute contemporaneamente in memoria cosicché, trascorso un certo tempo dal momento della registrazione o raggiunto il limite nel numero di memorie ritenibili, le memorie più antiche scompaiono (si "estinguono" secondo la dicitura dei behaviouristi).
Una volta realizzata una successione di operazioni che porta al raggiungimento dell'obiettivo, cioè una successione accompagnata da "ricompensa", essa rimane fissata in programma nella memoria sequenziale, costituisce cioè una guida per una ripetizione immediata, senza prove preliminari, al ripetersi dell'impulso; tale ripetizione, se ancora una volta viene raggiunto l'obiettivo, rafforza la fissazione del programma che avviene, in prima istanza, in maniera solo lievemente meno labile delle registrazioni prive di "ricompensa".
La labilità della fissazione dei programmi è un attributo necessario per evitare

connessioni. Tale modalità descrittiva si riallaccia alla suddivisione fra la retroazione di massa e la retroazione di forma nei sistemi che è un portato fondamentale della teoria delle interazioni informative (cfr. il capitolo secondo); ma per il momento preferiamo mantenere l'attuale più generica descrizione funzionale attraverso "memorie" responsabili di singole modalità comportamentali che ci appare più idonea in questa fase del discorso ai fini descrittivi, giacchè la modalità descrittiva attraverso vettori comporta pur sempre la definizione delle connessioni delle stratificazioni cerebrali con altri aspetti, oltre a quelli polari e di fulcro, delle modalità comportamentali.

che rimangano fissati programmi per i quali il raggiungimento dell'obiettivo si sia verificato casualmente (o per l'azione di fattori non controllabili).
Quando viene realizzato l'obiettivo del programma, il flusso energetico di stimolo, non essendo più sollecitati gli organi sensori o essendosi attivate delle memorie di rassicurazione, scompare.
La fissazione del programma, cioè l'annullamento della sua variabilità, è perciò dovuto all'annullamento della tensione del flusso energetico cui la variabilità del programma deve essere per conseguenza proporzionale, come avviene nei sistemi cibernetici di regolazione; la ricompensa behaviourista consiste perciò nella riduzione della tensione.
Abbiamo già avuto occasione di rilevare, trattando dei meccanismi di formazione delle associazioni, come queste nascano seguendo due differenti modalità, l'una connessa con un gradiente positivo e l'altra con un gradiente negativo della tensione.
Riprendendo adesso tale argomento, rileviamo che il sistema psichico è rappresentabile come una rete di canalizzazioni potenziali, impedite a diventare operative dalla presenza di diaframmi di chiusura delle connessioni, che possono essere allargati solo da un flusso energetico di livello tensionale adeguato alla rigidità dei diaframmi.
Se il flusso energetico cala di intensità, i diaframmi si irrigidiscono nella posizione di apertura e le relative connessioni determinano quindi canali preferenziali per successivi flussi energetici di minor livello tensionale.
La permanenza dei diaframmi nella posizione di apertura può avere una durata limitata e gli elementi determinanti tale durata sono la rigidità della connessione e l'entità e rapidità della riduzione tensionale fissatrice.
Nella teoria dei sistemi complessi si dimostra che, aumentando il numero di terminali eccitati in una rete, diminuisce il numero di possibili circuiti di connessione.
Per le reti di connessioni che costituiscono le memorie che vengono fissate da un gradiente positivo della tensione, i terminali eccitati raggiungono un certo numero critico, cosicché vi è una sola configurazione possibile per il circuito di connessione, configurazione quindi assunta già al momento della formazione del gradiente energetico; tale circuito diviene pertanto preferenziale per il passaggio di flussi energetici a più basso livello tensionale.
Per le reti di connessioni che costituiscono le memorie che vengono fissate da

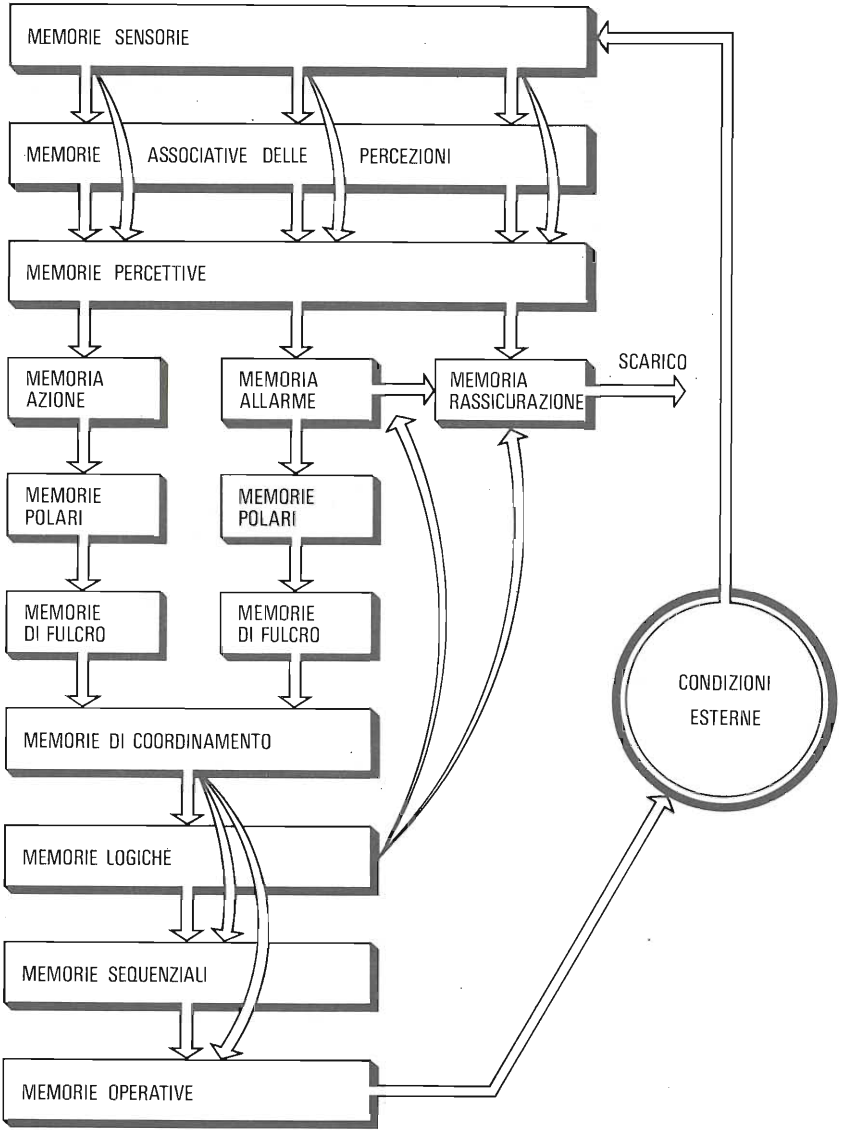
un gradiente negativo della tensione, i terminali eccitati sono in numero inferiore al valore critico di definizione del circuito unico ed i canali in cui può fluire l'energia sono pertanto diversi; il sistema ha, cioè, gradi di libertà.
Il flusso di energia ha quindi direzione variabile e tutte le canalizzazioni hanno un certo grado di eccitazione cosicché le canalizzazioni successivamente imboccate rimangono, una volta abbandonate dal flusso di energia, fissate molto labilmente; è il più alto abbassamento tensionale che si verifica in corrispondenza di una delle direzioni imboccate per effetto della riduzione dello stimolo a determinare la fissazione non labile del relativo percorso.
Il meccanismo di fissazione è quindi lo stesso sia nel caso delle memorie associative a gradiente positivo che nel caso delle memorie associative a gradiente negativo ma, mentre nel primo caso l'attività di apertura delle canalizzazioni svolta dal flusso di energia è completamente guidata dagli elementi che concorrono alla formazione della tensione, cosicché le associazioni non possono formarsi che fra tali elementi (sistemi rigidi), nel secondo caso l'attività di apertura delle canalizzazioni ha direzione variabile e gli elementi di guida nella determinazione dei canali preferenziali sono quelli che determinano la riduzione della tensione, cosicché le associazioni non possono formarsi che fra tali elementi (sistemi flessibili).
Per il funzionamento delle memorie percettive, a differenza di quanto avviene per le memorie associative, non è sufficiente che vengano fissati dei canali preferenziali di flusso; occorre anche che in tali canali fluisca effettivamente energia in modo da determinare la permanenza dell'informazione sensoria.
Dobbiamo perciò ritenere che l'emissione di energia da parte della memoria di allarme duri oltre la fine della relativa sollecitazione sensoria e che una parte di tale energia venga dirottata, anziché verso le memorie comportamentali, verso le memorie sensorie.
Tale "riflusso" dell'energia prodotta dalla memoria di allarme avviene attraverso i canali preferenziali che costituiscono le memorie percettive, cosicché si ricostituisce, sullo schermo delle memorie sensorie, l'informazione sensoria iniziale.
È ovvio che l'energia di riflusso debba essere di livello tensionale più basso di quella proveniente dagli organi sensori, cosicché siano ben distinte le due forme di energia che pervengono alle memorie sensorie.

* * *

Abbiamo visto come il processo di trattamento dell'informazione sensoria proceda secondo due direttrici; una volta al rilievo passivo delle concomitanze fra informazioni sensorie in occasione di sollecitazioni di memorie di riconoscimento, alla strutturazione cioè di memorie associative delle percezioni, e una volta alla ricerca attiva e sistematica di associazioni a gradiente negativo fra memorie sensorie e memorie operative.
Orbene, possiamo ipotizzare una terza direttrice del processo di trattamento dell'informazione sensoria costituita dalla ricerca attiva e sistematica di associazioni a gradiente negativo fra le memorie sensorie che, in termini cibernetici, potrebbe essere definita "simulazione".
Possiamo perciò ritenere che nel cervello, oltre a strutturarsi associazioni fra memorie sensorie e memorie operative, si strutturino associazioni fra memorie sensorie eccitate da informazioni sensorie ed amplificate da memorie di attivazione e memorie sensorie prive di livello tensionale, associazioni a gradiente negativo che chiameremo "memorie illusorie".
Analogamente a quanto avviene per l'associazione a gradiente negativo memoria sensoria-memoria operativa che, nella sua forma più labile è costituita da associazioni casuali e variabili fintanto che non venga sollecitata una risposta cui è associato un gradiente tensionale negativo, assumeremo che, nella sua forma più labile l'associazione memoria sensoria eccitata-memoria sensoria diseccitata sia costituita da associazioni casuali e variabili, fintanto che non venga sollecitata una memoria sensoria diseccitata cui è associato un gradiente tensionale negativo.
Poiché le associazioni avvengono fra memorie sensorie, la successione di tali associazioni labilissime, che chiameremo "memorie logiche" equivale alla realizzazione simulata di una successione di informazioni sensorie.
Ovviamente, perché tale realizzazione simulata di una successione di informazioni sensorie abbia una qualche utilità, deve perseguire gli stessi obiettivi della successione di operazioni di difesa svolta dalle memorie operative in assenza di programma sequenziale.
Essa deve pertanto essere una rappresentazione simulata di programmi di difesa e deve comportare la fissazione, nelle memorie sequenziali, con cui le memorie logiche devono quindi essere collegate, del programma ottimale.
Evidentemente, nell'ambito delle memorie logiche il livello tensionale del flusso energetico non si abbassa in seguito ad una eliminazione dello stimolo,

che non può scaturire da una realizzazione simulata, ma solo attraverso la sollecitazione di memorie sensorie connesse a memorie di rassicurazione. Viceversa, la sollecitazione di memorie sensorie connesse a memorie di allarme determina un innalzamento del livello tensionale del flusso energetico.
L'avvicinamento all'obiettivo, pertanto, viene segnalato dalla sollecitazione di una memoria di rassicurazione mentre l'allontanamento dall'obiettivo viene segnalato dalla sollecitazione di una memoria di allarme, che rialza il livello tensionale del flusso energetico.
Come per le memorie operative la libertà variazionale sussiste nell'ambito delle limitazioni imposte dalle memorie di pretrattamento, così dovremo ritenere che anche per le memorie illusorie più labili, cioè per le memorie logiche, la libertà associativa sussista nell'ambito delle associazioni più rigide già esistenti che dovremo far coincidere, in parte, con le stesse memorie di pretrattamento: non avrebbe alcuna utilità, infatti, una attività associativa, sia pure sul piano simulativo, indirizzata verso operazioni di difesa di cui sia già accertata la inefficienza.
Dovremo pertanto ritenere che in ognuna delle memorie che fanno parte della memoria comportamentale il flusso energetico in arrivo dalle memorie di attivazione si suddivida in due parti, una diretta verso gli organi operativi, per imprimere una certa modalità comportamentale al programma di difesa, e una diretta verso le memorie sensorie, per imprimere la stessa modalità comportamentale alla rappresentazione simulata.
Poiché quest'ultima, come abbiamo visto, è guidata dai collegamenti con memorie di rassicurazione e di allarme, cioè dai collegamenti che determinano variazioni del livello energetico, indirizzandosi verso la direzione cui corrisponde una riduzione tensionale, è naturale supporre che l'obiettivo di condizionamento della libertà di associazione delle memorie logiche sia raggiunto provocando una riduzione di tensione in corrispondenza della associazioni logiche coerenti con la modalità comportamentale imposta.
Le memorie comportamentali, pertanto, si configurano, nei riguardi delle memorie logiche, come elementi di memorie di rassicurazione.
Evidentemente, nelle memorie illusorie l'energia fluisce in senso inverso alla direzione organi sensori-organi operativi secondo cui fluisce il flusso principale di energia.

SCHEMA DI ORGANIZZAZIONE PSICHICA



Ciò avviene anche, come sappiamo, nelle memorie percettive; come già per queste ultime, dovremo ritenere che le memorie riceventi debbano poter distinguere fra le informazioni che provengono dagli organi sensori e quelle che provengono dalle memorie comportamentali, dando la precedenza alle prime.
Dovremo pertanto ritenere che l'energia che fluisce nelle memorie illusorie sia a più basso livello tensionale di quella proveniente dagli organi sensori.
Il modello psicocibernetico fin qui descritto può essere rappresentato, con le modalità usuali per gli schemi cibernetici, nel flow sheet riportato in figura.
La linea curva che va dalla memoria di coordinamento alla memoria sequenziale sta ad indicare che la memoria logica può essere baipassata (ad esempio dai flussi energetici provenienti dalle memorie di azione).
Dobbiamo adesso riprendere l'argomento, che scaturisce dalla teoria delle interazioni informative, relativo all'acquisizione per infinitesimi dell'informazione che costituisce il programma operativo.
Si dimostra infatti, nell'ambito di tale teoria, che il ritrovamento di forme che interagiscono con una forma esterna attraverso la sperimentazione di forme variabili per quantitativi discreti di informazione ha una probabilità che tende rapidamente a zero con il crescere della complessità della forma esterna, cosicché diviene impossibile già a bassi livelli di complessità.
Tale argomento, trasferito nell'ambito della teoria psicocibernetica, involve che il programma operativo venga acquisito attraverso una successione di operazioni elementari, in ciascuna delle quali si svolgano le tre fasi del processo di acquisizione, costituite dall'abbinamento (mediante la ricompensa) delle modalità comportamentali agli impulsi, dalla sommatoria degli impulsi con eguale modalità comportamentale e dalla selezione del gruppo a più alto livello tensionale per l'accesso operativo.
Poiché l'acquisizione di una modalità comportamentale comporta la determinazione di un vincolo alle modalità comportamentali da acquisire successivamente, ciò involve che lo schema elementare che abbiamo fin qui introdotto, secondo cui le memorie sono state divise in tre classi di livello di labilità (rigide, labili, labilissime), venga reso più complesso, introducendo una stratificazione di gradi di labilità, cosicché il passaggio da una stratificazione all'altra comporti una variazione piccolissima nel grado di labilità.
Indipendentemente dal richiamo alle teorie cibernetiche, tale conclusione

scaturisce già autonomamente da considerazioni intuitive.
I livelli di labilità esprimono, infatti, il proporzionamento delle possibilità di regolazione del meccanismo alle possibilità di variazione delle condizioni esterne; è evidente che, di fronte all'amplissimo spettro della variabilità dell'universo ambientale, tre livelli di labilità sono insufficienti.
È assai più ragionevole supporre che le memorie varino nel grado di labilità con variazioni elementari piccolissime, cosicché si possa considerare migliore approssimazione alla realtà un modello in cui la variazione nel grado di labilità delle memorie sia addirittura continua.
Possiamo pertanto suddividere l'operazione di abbinamento delle modalità comportamentali agli impulsi in una successione di operazioni di abbinamento in cui, ad ogni passaggio, il legame di abbinamento diviene più labile.
Ora, il grado di labilità esprime la permanenza nel tempo di un determinato collegamento ed è funzione del livello tensionale del flusso d'energia (sussistendo, come abbiamo visto, la fissazione nei soli confronti di flussi energetici di livello tensionale inferiore a quello esistente al momento in cui la riduzione tensionale ha prodotto la fissazione); le memorie rigide possono quindi divenire labili ad un adeguato livello di tensione, mentre, viceversa, anche le memorie più labili subiscono una certa fissazione in corrispondenza di una riduzione della tensione.
L'interpretazione della memoria comportamentale come una successione di memorie di trattamento a diverso grado di labilità comporta quindi che, ove aumenti il livello della tensione dell'energia che fluisce nel sistema in seguito al sopraggiungere di impulsi ancora privi di connessioni di scarico, divengono labili i legami di abbinamento di memorie, precedentemente rigidi, posti più indietro nel percorso disegnato dal flusso di energia.
Le memorie di pretrattamento i cui legami divengono labili assumono allora una funzione simile a quella della memoria operativa; sviluppano, cioè, nuovi collegamenti che, ove la tensione scenda, rimangono fissati per il conseguente nuovo irrigidirsi dei legami.
L'ipotesi di continuità comporta, inoltre, che la ricerca dei nuovi collegamenti non può avvenire nell'ambito di un solo gruppo di memorie di pretrattamento ad eguale grado di labilità, con passaggio ad un diverso gruppo, di minor grado di labilità solo al sopraggiungere di un innalzamento della tensione.
Tale modalità operativa sarebbe ammissibile se la variazione di tensione

necessaria per passare l'attività di ricerca da uno strato di memorie all'altro fosse superiore alla variazione possibile nell'ambito di ciascuno strato.
Poiché invece abbiamo ritenuto più verosimile un modello ove le variazioni nel grado di labilità fra uno strato di memorie e l'altro siano piccolissime, assimilandole a variazioni continue, dobbiamo ritenere che la ricerca dei nuovi collegamenti fra le memorie avvenga contemporaneamente su più strati di memorie di trattamento a diverso grado di labilità.
La stimolazione esterna quindi, determina un'attività modificativa dei collegamenti fra le memorie che esprimono il programma comportamentale, attività rappresentabile come un "vettore modificativo" che ha una componente nella direzione delle memorie ad eguale grado di labilità, che chiameremo componente "estroversa" e una componente nella direzione delle memorie a diverso grado di labilità, che chiameremo componente "introversa".
A parità di sollecitazione esterna, l'entità della componente introversa del vettore modificativo dipende ovviamente dal gradiente di irrigidimento delle memorie. Più rapidamente decresce il grado di labilità delle memorie passando da uno strato a quello precedente, più piccola è la componente introversa del vettore modificativo.
In questa rielaborazione della memoria comportamentale, la memoria sequenziale assume un significato più vasto di quello di semplice organo di "registrazione" della successione di operazioni eseguite dalla memoria operativa: essa rappresenta l'insieme degli strati di memorie nei quali agisce il vettore modificativo.
L'interpretazione della memoria sequenziale come una successione di memorie a diverso grado di labilità porta alla conclusione che, al diminuire della tensione, elemento, come abbiamo visto, fissatore dei collegamenti, vi sono alcune memorie che vengono fissate, limitando così ulteriormente la libertà di movimento degli organi operativi, già limitata dalle memorie di pretrattamento rigide.
L'attività degli organi operativi, quindi, si svolge casualmente (nei limiti fissati dalle memorie di pretrattamento, cioè dalle memorie rigide) solo a parità di tensione ma, poiché ad ogni, sia pure lieve, diminuzione di tensione, vi sono delle memorie che vengono fissate, limitando così ulteriormente la libertà di movimento degli organi operativi, l'attività di questi ultimi, in effetti, si svolge sempre nella direzione che porta alla riduzione della tensione.

Nell'ambito della memoria sequenziale, cioè, l'attività è regolata dal principio della tendenza alla riduzione del livello della tensione energetica o "principio del piacere" di Freud.

Anche le memorie logiche possono considerarsi costituite da strati sovrapposti di memorie; la successione di associazioni labili in cui si manifesta il pensiero può pertanto verificarsi non solo fra memorie sensorie ma nell'ambito più vasto delle memorie di collegamento delle memorie sensorie.
Esiste dunque un vettore modificativo anche nell'ambito delle memorie logiche, con una componente introversa che, operando su elementi lontani dalle memorie sensorie, si identifica con il pensiero astratto e una componente estroversa che, operando sulle memorie sensorie, si identifica con la più semplice forma di pensiero concreto.
L'esistenza di una stratificazione di memorie logiche, che comprende le memorie sensorie e le memorie ad esse contigue, nel cui ambito opera un vettore modificativo, rende l'insieme delle memorie logiche il preciso equivalente, sul piano simulativo, dell'insieme delle memorie sequenziali, che comprende le memorie operative e le memorie ad esse contigue, nel cui ambito opera un vettore modificativo.
Vi saranno quindi necessariamente memorie di coordinamento anche nell'ambito delle memorie logiche, con funzioni perfettamente corrispondenti a quelle delle memorie di coordinamento che operano nell'ambito delle memorie sequenziali, cioè di raggruppamento e contrapposizione.
Attraverso l'attività di raggruppamento si giunge alla formazione di idee complesse mentre attraverso l'attività di contrapposizione si giunge alla formazione di idee che fanno parte del gruppo generale delle relazioni.
Come appare evidente, anche l'attività logica è guidata dal principio del piacere; dovremo però ritenere che, nell'ambito delle memorie logiche, sia lasciato più spazio per le variazioni casuali.
È quindi possibile che nel ragionamento, inteso come la successione dei passaggi logici, sia variabile il rapporto fra i passaggi in corrispondenza dei quali non si verificano abbassamenti tensionali e i passaggi in cui tali abbassamenti si verificano (per la connessione con memorie di rassicurazione o con altre memorie illusorie a loro volta connesse con memorie di rassicurazione).
È pertanto variabile il grado di soddisfazione connesso ad ogni ragionamento,

definibile come "entità di certezza".
"Qualsiasi ragionamento si riduce ad una specie di sensazione. L'essere convinti di un principio non vuol dire altro se non che esso ci colpisce più fortemente" (Hume - Trattato sull'intelletto umano).
È interessante rilevare come le modalità operative del cervello seguano i canoni epistemologici di Ockam; la certezza, infatti, è massima quando il numero di nuove entità introdotte, identificabili con i passaggi logici cui non corrispondono collegamenti con memorie di rassicurazione, è minimo.

5 - L'EQUILIBRIO DEGLI IMPULSI NELLA TEORIA PSICOCIBERNETICA.

SOMMARIO

Jevons e Walras, alla ricerca di una base per la dottrina del valore, invano ricercata per migliaia di anni, da Aristotele a Ricardo, Smith, Marx, Locke, ecc., la individuarono, sviluppando precedenti intuizioni di Condillac, in alcune ipotesi psicologiche che li portarono a definire una equazione dello scambio.
Considerando il rapporto fra partners come sovrapposizione di circuiti regolatori diretti in senso opposto e utilizzando la teoria delle interazioni complesse, la teoria psicocibernetica porta a ritrovare, su una base di più ampia generalità che comprende lo scambio degli affetti, l'equazione di Jevons e Walras.
Ciò mostra di quale danno sia la suddivisione in compartimenti stagni della scienza, visto che la teoria di Jevons e Walras, più che misconosciuta, è stata sempre completamente ignorata dalla psicologia.
Lo schema di equilibrio degli impulsi così ottenuto viene poi sviluppato utilizzando risultati della teoria dei massimi e minimi vincolati di Lagrange; ciò porta ad introdurre nel modello una struttura cibernetica di "amplificazione secondaria" che induce una tendenza del sistema al livello minimo della tensione quando, per la sovrapposizione di una molteplicità di impulsi, la tensione complessiva ha un andamento non lineare.
Si mostra come tale struttura operi come un sistema flessibile a variabilità "esterna" all'individuo, quindi con risposta ottimale acquisibile sul piano della specie, non dell'individuo.

Difficilmente un programma comportamentale può realizzare l'obiettivo di ridurre la tensione di tutti gli impulsi che sollecitano, in un determinato momento, la memoria comportamentale.
È possibile, anzi, che la soddisfazione di un gruppo di impulsi provochi l'aumento dell'intensità, o insoddisfazione, di un altro gruppo di impulsi.
In base al principio della tendenza alla riduzione della tensione energetica che governa i circuiti cibernetici di regolazione, o principio del piacere, tali programmi sono rappresentabili come "programmi di scambio" fra impulsi di intensità variabile, programmi secondo i quali la tensione di uno degli impulsi cresce e quella dell'altro diminuisce, in modo però che il sistema, nel suo complesso, subisca una riduzione del livello tensionale globale.
I programmi di scambio possono distinguersi in "estroversi", se l'insoddisfazione degli impulsi contrastanti è provvisoria, costituisce cioè una "tensione di realizzazione" e "introversi", se l'insoddisfazione degli impulsi contrastanti è permanente, costituisce cioè una "tensione residua".
Lo scambio fra due impulsi diviene scambio fra le azioni di due partners, o componenti dell'azione di scambio, se esiste una condizione di simmetria negli impulsi dei partners, condizione che comporta che la stessa componente dell'azione di scambio in un partner dia luogo alla riduzione dell'impulso a gradiente più forte, o dell'avere, e nell'altro dia luogo all'aumento dell'impulso a gradiente più debole, o del dare, e viceversa per l'altra componente dell'azione di scambio.
Se l'azione elementare ds è un'azione di scambio, la relativa variazione tensionale dT deve considerarsi la somma algebrica di un aumento tensionale dQ di un impulso Q e di una riduzione tensionale dR di un impulso R.
Si deve cioè avere:

$$T = R + Q \qquad (1)$$

$$\frac{dT}{ds} = \frac{dQ}{dq}\frac{dq}{ds} - \frac{dR}{dr}\frac{dr}{ds} \qquad (2)$$

dove dq e dr sono le componenti dell'azione di scambio.
Per il principio del piacere, l'operazione di scambio proseguirà finché si avrà:

$$\frac{dT}{ds} = \frac{dQ}{dq}\frac{dq}{ds} - \frac{dR}{dr}\frac{dr}{ds} < 0 \qquad (3)$$

Lo scambio può essere "totale", cioè terminare con la completa espulsione di un impulso dal programma o "parziale".
In questo secondo caso deve sussistere almeno una delle due condizioni:

$$\frac{d^2R}{dr^2} < 0 \qquad \frac{d^2Q}{dq^2} > 0 \tag{4}$$

perché si verifichi la condizione ulteriore:

$$\frac{d^2T}{ds^2} < 0 \tag{5}$$

che esprime la condizione, perché si abbiano scambi parziali, che sia decrescente il gradiente tensionale, o sensibilità allo scambio, della tensione globale.
Sussistendo le (3) e (4), le operazioni di scambio si arrestano quando viene verificata la condizione:

$$\frac{dT}{ds} = \frac{dQ}{dq}\frac{dq}{ds} - \frac{dR}{dr}\frac{dr}{ds} = 0 \tag{6}$$

e, in corrispondenza del verificarsi di questa condizione, diviene minimo il livello di tensione globale. (Equazione di Jevons e Walras)
Una equazione del tipo (6) può essere scritta per ciascuno dei partners, ed essendo ovviamente eguali per essi l'operazione di scambio ds (salvo l'inversione del dare con l'avere cioè della componente dq con la componente dr) si dispone di due equazioni che forniscono (ovviamente nell'ipotesi, puramente teorica, di conoscere le espressioni di R e di Q in funzione di r e di q) i valori di r e di q in corrispondenza dei quali si ha l'arresto dello scambio, cioè il volume degli scambi.
Sostituendo nelle espressioni di R e di Q i valori ottenuti di r e di q si ottengono i valori finali delle tensioni parziali e, per la (1), delle tensioni globali.
Lo schema matematico così impostato manca dell'esplicitazione di troppi legami funzionali perché possa portare a precise determinazioni quantitative.
Esso però permette di rilevare le caratteristiche degli effetti delle variazioni delle singole variabili del problema sulle condizioni di equilibrio nell'ipotesi che le altre variabili rimangano costanti, di eseguire cioè una "analisi alle variazioni".
Non appesantiamo questo studio con i dettagli matematici dell'analisi

giacché, una volta determinata l'equazione di Jevons e Walras, essa non presenta alcuna difficoltà ma può, al contrario, essere eseguita da qualsiasi matematico con la massima facilità.

È invece assai importante elencare le conclusioni principali cui porta tale studio.

1 - Un aumento della tensione iniziale dell'avere, (cui corrisponde anche, per la prima delle (4) un aumento della sua sensibilità) porta ad un maggior volume di scambi e ad un maggior livello della tensione finale.

2 - Una diminuzione della tensione iniziale del dare (e quindi della sua sensibilità) porta ad un maggior volume di scambi e ad un minor livello della tensione finale.

3 - Se si vuole sia massimizzare il volume degli scambi che minimizzare il valore della tensione finale occorre aumentare i valori iniziali delle tensioni dell'avere e ridurre i valori iniziali delle tensioni del dare.

4 - A parità di somma delle tensioni globali iniziali dei due partners, l'eguaglianza dei valori iniziali delle tensioni del dare, dei valori iniziali delle tensioni dell'avere, nonché ovviamente delle loro derivate, porta al volume massimo degli scambi ed al valore minimo della tensione somma delle tensioni globali finali dei due partners.

5 - La scelta fra un programma introverso ed un programma estroverso avviene sulla base della sensibilità iniziale della tensione globale, senza che abbia alcun rilievo la considerazione che con il programma estroverso la tensione residua è nulla e quindi si raggiungono, in definitiva, più bassi livelli della tensione globale finale.

Tale minor livello tensionale finale avrà importanza notevole, invece, nel determinare il grado di fissazione del programma che sarà più rigido per i programmi estroversi e più labile per i programmi introversi.

E avrà un'importanza notevole anche ai fini della determinazione della quantità complessiva di programmi introversi che possono essere svolti. Essendo permanenti, le tensioni residue dei diversi programmi introversi si sommano, cosicché ogni nuovo gruppo di impulsi che accede alla memoria comportamentale trova condizioni iniziali di tensione del dare sempre più alte e quindi sempre più scarse possibilità di svolgere programmi di scambio.

Le tensioni di realizzazione relative ai programmi estroversi svolti succes-

sivamente invece non si sommano in quanto scompaiono con la realizzazione del programma e quindi non vi è alcun limite al numero di programmi successivi che possono essere svolti.

6 - Una volta scelto un programma introverso, l'influsso dell'esistenza di una alternativa estroversa non cessa ma può influenzare sensibilmente lo svolgimento del processo di scambio.

Può infatti accadere che un programma estroverso, che risultava meno conveniente di un programma introverso all'inizio delle attività di scambio, riduca gradualmente la differenza di sensibilità totale con il programma introverso man mano che proseguono le operazioni di scambio, risultando più conveniente a partire da una certa operazione di scambio.

Ciò non significa che, una volta che la sensibilità del programma estroverso sia divenuta superiore a quella del programma introverso, si verifichi automaticamente una sostituzione del programma estroverso a quello introverso. Finché sussiste una sensibilità del partner, questi modificherà il rapporto di scambio e così ricostituirà una sensibilità del programma introverso superiore a quella del programma estroverso.

L'effetto dell'esistenza di una alternativa estroversa è, in sostanza, quello di determinare una accelerazione del decremento della sensibilità del partner in conseguenza del peggioramento, nei suoi riguardi, del rapporto di scambio, ma non determina necessariamente la sostituzione del programma finché sussiste una sensibilità del partner capace di assorbire tale peggioramento.

7 - Può verificarsi anche il caso opposto, che cioè, una volta scelto un programma estroverso, l'influsso dell'esistenza di una alternativa introversa non cessi, ma influenzi sensibilmente lo svolgimento del programma estroverso, portando alla sostituzione di questo ultimo con un programma introverso.

Ciò si verifica soprattutto quando, man mano che prosegue la riduzione della tensione dell'avere, si ha un mutamento di quest'ultima, interpretabile come l'emergere di impulsi inizialmente meno forti e non soddisfacibili attraverso l'attuazione di programmi estroversi.

Ciò comporta, ovviamente, che la tensione dell'avere sia dovuta ad una sommatoria di impulsi (ma, in linea generale, ogni impulso è sempre

costituito dagli apporti di diverse stratificazioni di memorie, è, cioè, sempre un "complesso").

È possibile che il programma estroverso soddisfi inizialmente alcuni impulsi piuttosto di altri facenti parte della tensione dell'avere cosicché, con il procedere dello svolgimento del programma muti la composizione della tensione dell'avere e si imponga un cambiamento del programma.

8 - La scelta fra due programmi introversi (che comportino, ad esempio, due differenti partners) avviene evidentemente sulla base della sensibilità iniziale della tensione globale.

L'influsso dell'esistenza di una alternativa non cessa dopo la scelta iniziale di uno dei due programmi ma può influenzare sensibilmente lo svolgimento del programma di scambio.

Può infatti accadere che un programma introverso, che risultava meno conveniente di un altro all'inizio delle attività di scambio, riduca gradualmente la differenza di sensibilità totale con il programma scelto man mano che proseguono le operazioni di scambio. Quando la sensibilità totale del programma alternativo diviene superiore, non ne segue automaticamente la sostituzione dei programmi.

La differenza di sensibilità può essere infatti compensata, ben ovvio entro certi limiti, da un aumento delle quantità ricevute per unità di cessione, con il programma inizialmente scelto.

In definitiva, l'effetto dell'esistenza di una alternativa divenuta più economica successivamente alla scelta iniziale è quello di determinare una decelerazione del decremento della sensibilità totale per il partner a cui si apre l'alternativa ed una accelerazione per l'altro partner.

Ovviamente, oltre certi limiti di differenza nella sensibilità totale dei due programmi si verifica la sostituzione del programma più economico a quello scelto inizialmente.

* * *

La tensione globale T del sistema psichico è funzione della tensione di una serie di impulsi (y_I ..... y_n), a loro volta funzione delle variabili indipendenti identificative del programma operativo, che indicheremo con (x_I ..... x_r). Ove i legami di dipendenza fra gli impulsi e le variabili identificative del programma fossero esplicitabili, ove cioè si conoscessero le relazioni:

$$y_j = y_j (x_I \ldots x_r) \qquad (j = 1 \ldots\ldots n)$$

sostituendole nell'espressione di T si avrebbe

$$T = f (x_I \ldots\ldots x_r) \qquad (7)$$

e la funzione T sarebbe funzione di sole variabili indipendenti.
La ricerca dei minimi di una funzione di tal tipo viene detta ricerca dei minimi liberi di una funzione di più variabili.
Come è noto dall'analisi infinitesimale, le condizioni di minimo della funzione (7) si ottengono risolvendo il sistema di r equazioni:

$$\frac{dT}{dx_m} = 0 \qquad (m = 1, \ldots, r) \qquad (8)$$

La ricerca dei programmi attraverso il vettore modificativo si svolge per modificazioni infinitesimali delle variabili operative x_m nelle direzioni che danno luogo ad un decremento della tensione, cioè nella direzione in cui la derivata della tensione è negativa e si arresta quando il decremento si annulla, cioè quando si verificano le (8).
Essa è, dunque, una ricerca dei minimi liberi di una funzione di più variabili.
Se, però, non tutti i legami di dipendenza degli impulsi dalle variabili operative sono esplicitabili, la funzione (7) diviene:

$$T = f (x_I, \ldots, x_r, y_I, \ldots, y_n) \qquad (9)$$

dove le y indicano gli impulsi per i quali non è esplicito il legame di dipendenza dalle x.
Ora, nell'ambito del sistema di ottimizzazione cerebrale che opera a mezzo del vettore modificativo, non può esistere una completa carenza di informazioni sul legame di dipendenza di ogni impulso dalle variabili operative.
La variazione tensionale elementare di ogni impulso viene infatti rilevata come retroazione ad una variazione elementare delle variabili operative, cosicché, almeno sul piano delle derivate prime, la dipendenza di ogni impulso dalle variabili operative è nota.
Come risulta dall'analisi infinitesimale, ciò equivale alla conoscenza dei soli aspetti lineari dei legami di dipendenza fra gli impulsi e le variabili operative.
L'applicazione del metodo della derivata negativa alla (9), quale viene effettuata attraverso il vettore modificativo, equivale quindi ad adottare una

approssimazione lineare per i legami di dipendenza fra gli impulsi e le variabili operative, realizza cioè una "ottimizzazione lineare".
Ora, se i legami di dipendenza fra gli impulsi e le variabili operative sono effettivamente lineari, tali legami risultano esplicitati attraverso la retroazione, cosicché l'arresto della ricerca basata sulla derivata negativa indica effettivamente il raggiungimento di un punto di minimo assoluto della funzione T.
Se invece i legami non sono lineari, l'arresto della ricerca può essere interpretato come dovuto ad una carenza informativa sulle componenti di ordine superiore al primo nei legami di dipendenza fra gli impulsi e le variabili operative.
In tal caso il punto di arresto è un punto di "minimo relativo" della funzione T (in quanto non esiste, nel suo intorno infinitesimo, alcun valore inferiore della tensione, che sarebbe individuato dalla derivata prima), ma non è un punto di "minimo assoluto".
La ricerca dei minimi della funzione (9) viene chiamata "ricerca dei minimi vincolati di una funzione di più variabili"; essa, come abbiamo visto, non può essere effettuata con il sistema della derivata negativa acquisita per effetto di retroazione in quanto si giunge così ad un minimo relativo, ma non ad un minimo assoluto.
Un teorema di analisi infinitesimale, dovuto a Lagrange, afferma che, se la carenza di informazioni nei confronti dei legami di dipendenza fra le y e le x non è totale, e se le informazioni disponibili sono esprimibili come n condizioni di vincolo cui le n variabili y devono soddisfare nel minimo assoluto, cioè attraverso condizioni del tipo:

$$\Phi_j (x_1 \ldots x_r, y_1 \ldots y_n) = 0 \qquad (j = 1 \ldots n) \quad (10)$$

la ricerca dei minimi vincolati della funzione (9) coincide con la ricerca dei minimi liberi della funzione:

$$W = f (x_1 \ldots x_r, y_1 \ldots y_n) + \sum_1^n {}_j \lambda_j \Phi_j (x_1 \ldots x_r, y_1 \ldots y_n) \qquad (11)$$

dove i simboli λ_j esprimono valori costanti reali, denominati "moltiplicatori di Lagrange".
La ricerca del minimo assoluto della funzione (9) si effettua quindi ricercando il minimo libero della funzione (11) con il sistema della tensione decrescente (o derivata negativa).

Di per sè, il teorema di Lagrange non risolve completamente il problema della determinazione del minimo assoluto della funzione (9), in quanto i valori dei moltiplicatori di Lagrange non sono, aprioristicamente, noti.
Esso però permette di utilizzare, attraverso un qualsiasi gruppo di moltiplicatori, le informazioni parziali disponibili sulle variabili vincolate, riattivando così l'attività di ricerca dei minimi quando tale processo si arresta in un minimo relativo, anche se il processo è destinato ad interrompersi ancora, se l'allargamento del campo di indagine, indotto dai valori scelti per i moltiplicatori di Lagrange, non è sufficiente per la determinazione del minimo assoluto.
Vediamo adesso quali sono le informazioni parziali sulla posizione del minimo assoluto disponibili in corrispondenza di un minimo relativo; quali sono, cioè, gli elementi che si può presumere convergano verso il minimo assoluto e la cui amplificazione, attraverso i moltiplicatori di Lagrange, può permettere alla funzione complessiva di convergere verso il minimo assoluto.
Tali informazioni sono ovviamente costituite dall'esistenza, nelle condizioni di minimo relativo, di un gradiente negativo della tensione di alcuni impulsi per variazioni infinitesime delle variabili operative.
Le espressioni (10) da verificarsi nel nuovo punto di minimo devono allora esprimere la condizione che gli impulsi relativi subiscano una riduzione della tensione e tale condizione è evidentemente realizzata se supponiamo che, nel nuovo punto di minimo, le tensioni di tali impulsi si annullino.
Le (10) quindi divengono:

$$y_j(x_1 \ldots x_r) = 0 \qquad (j = 1 \ldots n) \qquad (12)$$

Quindi, la (11) diviene:

$$W = f(x_1 \ldots x_r, y_1 \ldots y_n) + \sum_{1}^{n} {}_j \lambda_j y_j (x_1 \ldots x_r) \qquad (j = 1 \ldots n) \qquad (13)$$

Chiameremo "memoria di amplificazione secondaria" il meccanismo che, nel modello psicocibernetico, svolge la funzione di stimolare la ricerca dei programmi comportamentali che danno luogo ai minimi tensionali assoluti.
Essa amplifica la tensione del gruppo di impulsi più forte fra quelli che si trovino insoddisfatti (che abbiano cioè un certo livello tensionale) nelle condizioni di minimo relativo di partenza.
Il meccanismo di ricerca dei programmi si rimette così in moto nella direzione del gradiente negativo della tensione degli impulsi amplificati, finchè non si

giunge in una nuova condizione di minimo.

Viene allora amplificato un altro gruppo di impulsi che risulti insoddisfatto nelle nuove condizioni di minimo, giungendo per conseguenza ad una ulteriore condizione di minimo.

L'operazione viene ripetuta più volte, fino a giungere ad un minimo in cui la tensione degli impulsi insoddisfatti non consenta, malgrado l'amplificazione, l'abbandono della posizione, per la più elevata tensione di impulsi contrastanti che il tentativo di abbandono sviluppa.

La capacità amplificatoria degli impulsi, cioè il valore del moltiplicatore di Lagrange, rappresenta un elemento critico per l'efficienza del sistema.

È evidente, infatti, che essa determina la capacità del sistema di muoversi dalle posizioni di minimo relativo, in quanto determina la grandezza delle variazioni di tensione superabili; quanto maggiore è l'amplificazione degli impulsi insoddisfatti, tanto maggiore è la capacità del sistema di muoversi dalle posizioni di minimo relativo.

È però anche evidente che, aumentando la capacità amplificatoria degli impulsi oltre un certo limite, si inserisce un elemento di instabilità: se l'amplificazione è troppo forte, e se tutte le posizioni di minimo possibili lasciano un certo grado di insoddisfazione degli impulsi, può non risultare stabile alcuna posizione di minimo e risultare così impedita la stabilizzazione di un programma che, seppure non completamente soddisfacente, può comunque rappresentare la migliore soluzione possibile nelle condizioni obiettive date.

La determinazione del valore della capacità amplificatoria risulta critica anche per altre ragioni.

Il meccanismo che abbiamo illustrato comporta la possibilità che, raggiunta una determinata posizione di minimo, per effetto dell'amplificazione il sistema se ne allontani, per indagare la possibilità solo eventuale di raggiungere una migliore condizione di equilibrio, in una direzione che porta ad un aumento della sollecitazione direttamente connessa alle informazioni sensorie, quindi in una direzione cui corrisponde un aumento del pericolo.

Tale comportamento, se non esistessero dei limiti all'amplificazione istintuale, sarebbe nella maggioranza dei casi, in cui la posizione migliore non esiste, un comportamento suicida.

A tale proposito è opportuno fare una distinzione fra la ricerca dei programmi

che avviene sul piano logico, di simulazione, non direttamente operativo, nell'ambito del quale l'amplificazione degli impulsi, per quanto grande, non presenterebbe alcun pericolo e quella che avviene sul piano direttamente operativo.

Sul piano logico si può ammettere che non esista alcun limite alla capacità amplificatoria degli impulsi; in tali condizioni non risulta stabile alcuna posizione di minimo che non porti all'azzeramento della tensione.

In questa possibilità illimitata di amplificazione di un particolare impulso sul piano logico vi è, in nuce, un elemento dicotomico che separa il mondo delle idee dal mondo della realtà e rende le sensazioni immaginarie non confrontabili con quelle reali.

Sul piano logico l'abbandono di una amplificazione può essere dovuto al sopravvenire di informazioni provenienti dalla realtà esterna che hanno una tensione superiore a quella dei flussi energetici che alimentano le strutture logiche e quindi priorità di accesso alla elaborazione comportamentale.

Ne consegue che l'amplificazione, in ambito logico, risulta ridotta in proporzione al flusso delle informazioni che provengono dalla realtà esterna, fino a giungere, per elaborazioni logiche che vengano eseguite contemporaneamente e come strumento ausiliario all'attività operativa, agli stessi valori che ha sul piano operativo.

Sul piano operativo, la determinazione di un preciso valore della capacità di amplificazione degli impulsi equivale a porre un limite alla quantità supplementare di pericolo da affrontare per la ricerca di un programma di comportamento migliore.

La determinazione del grado ottimale di amplificazione degli impulsi sul piano operativo costituisce un problema che non ha una soluzione univoca, ma differente a seconda delle condizioni ambientali in cui vive il soggetto. Il livello ottimale di amplificazione dipende infatti dall'entità della retroazione sugli impulsi conseguente ad un allontanamento dal punto di minimo relativo.

Se la tensione degli impulsi che sono soddisfatti nelle condizioni di equilibrio di partenza cresce notevolmente allontanandosi da esse, in conseguenza di una estrema sensibilità delle condizioni esterne alla variazione del programma operativo, occorre una grande amplificazione degli impulsi insoddisfatti per scoprire la posizione migliore.

Viceversa, se non è grande il gradiente tensionale degli impulsi soddisfatti, l'amplificazione necessaria non è grande.
Essendo il grado ottimale di amplificazione degli impulsi funzione di una situazione esterna variabile, la capacità di amplificazione degli impulsi deve essere trasmessa filogeneticamente in maniera disuniforme.
Ciò porta al vantaggio, sul piano della conservazione della specie, che gli alti livelli di rischio, connessi agli alti valori dell'amplificazione, vengano affrontati sul piano individuale e non sul piano collettivo.
La presenza, nella struttura psichica umana, di numerosi bisogni di carattere strategico, nonché la possibilità di ampliare tale campo di bisogni per via associativa, rendono vastissimo il campo dei possibili bisogni dell'uomo, cosicchè la possibilità di rafforzare i bisogni marginali porta al duplice risultato di strutturare una insoddisfazione permanente e una variabilità della qualità della vita ove, in proporzione al grado di soddisfazione degli impulsi primari, i valori si spostano verso la soddisfazione di bisogni strategici o marginali o creati in via associativa.
L'energia di amplificazione, una volta verificata l'impossibilità di raggiungere programmi migliori di quello di partenza, si stacca, in sede operativa, dagli impulsi che ha amplificato e va addirittura ad amplificare gli impulsi contrastanti, rafforzando così la condanna alla inoperosità degli impulsi da cui si stacca.
Ciò è di utilità evidente: se infatti l'energia di amplificazione rimanesse legata agli impulsi insoddisfatti cui primitivamente si è legata, si verificherebbe uno spostamento del punto di minima tensione dalla posizione di partenza, pur dopo aver verificato che esso individua il miglior programma possibile; verrebbe cioè messo in atto un programma non ottimale nei confronti della reale intensità degli impulsi.
Lo spostamento dell'amplificazione sugli impulsi contrastanti rende più stabile il punto di minima tensione di partenza evitando il disturbo alla realizzazione del relativo programma connesso alla presenza degli impulsi insoddisfatti.
Cionondimeno gli impulsi insoddisfatti respinti anche al giudizio di appello della memoria di amplificazione secondaria continuano ad esistere e ad avere la loro rappresentazione energetica nella psiche, in quanto le strutture di attivazione di questi impulsi continuano ad essere eccitate.

Il rafforzamento della inibizione degli impulsi insoddisfatti realizzato dall'energia di amplificazione secondaria una volta fallita la ricerca di un programma migliore rende pertanto la posizione di equilibrio più stabile sul piano dinamico, non strutturale.
La repressione degli impulsi insoddisfatti equivale però ad una amplificazione della componente introversa del vettore modificativo che agisce nelle relative canalizzazioni; ne può conseguire, quindi, una modificazione di una memoria di pretrattamento con conseguente riduzione dela tensione.

* * *

La sovrapposizione di una molteplicità di impulsi, che possono avere direzionalità non coincidente, porta quindi necessariamente, nei sistemi psichici complessi, ad una condizione di equilibrio in cui la tensione non è nulla, ma assume il valore determinato dal sistema di equazioni (8) sostituendo alla funzione T la funzione W data dalla (13).
La persistenza di tale tensione residua puo essere di qualche utilità se afferisce ad impulsi di carattere strategico, è di entità minima e trova completo scarico nell'attività operativa, indipendentemente dai risultati che da tale attività conseguono.
In assenza di una tale tensione si arresterebbe, in un contesto oggettuale statico, l'attività di ricerca di nuovi mezzi di intervento sulla realtà; è invece utile che tale attività non cessi onde ottenere un miglioramento delle condizioni di sicurezza per le generazioni future e quindi delle capacità di sopravvivenza della specie.
Se però la tensione residua supera tale livello minimo, per effetto dell'amplificazione secondaria interferisce con la soddisfazione di impulsi di carattere tattico e si determina così una oscillazione della tensione intorno alla posizione di equilibrio cui corrisponde l'alternarsi di attività contrastanti, prive di alcuna pratica utilità.
Ciò comporta uno spreco energetico che porrebbe le strutture psichiche complesse in una condizione di inferiorità nella competizione con strutture psichiche più semplici e così ne limiterebbe le possibilità di superamento del processo selettivo.
È quindi necessario ammettere che nei sistemi psichici complessi ai circuiti che convogliano i flussi energetici di stimolazione verso gli organi operativi si

sovrappongano ulteriori circuiti che hanno la finalità di scarico delle tensioni residue.
Tale scarico può solo verificarsi attraverso la connessione dei flussi di stimolazione con le memorie di rassicurazione, connessione che è realizzata dalle memorie illusorie.
Accanto alle memorie illusorie che hanno la funzione di sollecitare l'attività simulativa occorre quindi introdurre altre memorie illusorie che hanno la funzione di addurre comunque allo scarico le tensioni residue, memorie illusorie che, come tutte le altre memorie, saranno ovviamente stratificate secondo livelli di rigidità.
I circuiti illusori di scarico hanno, evidentemente, una funzione regolativa dell'intensità dell'attività psichica, giacché mentre la realizzazione della connessione porta ovviamente allo scarico, l'arrivo di informazioni che contraddicono la connessione stessa provenienti dalla realtà porta, se il livello tensionale di tali informazioni è adeguato alla rigidità della connessione illusoria, alla sua interruzione e quindi ad un innalzamento della tensione.
Le considerazioni svolte in questo capitolo portano a precisare le modalità operative del vettore modificativo, che costituisce il mezzo di ricerca della risposta comportamentale introdotto dalla teoria psicocibernetica.
La sollecitazione del meccanismo psichico porta, in assenza di una risposta precostituita, alla formazione di un vettore modificativo che ha una componente estroversa e una componente introversa i cui rapporti dimensionali sono determinati dal gradiente di irrigidimento delle memorie.
In una prima fase del processo di ricerca della risposta comportamentale, la componente estroversa viene amplificata dall'energia di amplificazione secondaria.
Nell'ipotesi che ciò non porti alla riduzione della tensione, l'amplificazione secondaria abbandona la componente estroversa e si porta sulla componente introversa.
L'amplificazione della componente introversa può portare alla formazione di una canalizzazione illusoria o alla modificazione di una memoria di pretrattamento, con rapporti quantitativi fra le due possibilità di sbocco del processo che, ancora una volta, sono governati dal gradiente di irrigidimento delle memorie.

La formazione di una canalizzazione illusoria porta allo scarico e quindi alla stabilizzazione, mentre la modificazione di una memoria di pretrattamento porta alla sperimentazione di programmi introversi e, se questi non hanno successo, alla realizzazione di una connessione illusoria in una stratificazione più profonda e quindi più rigida.
Ovviamente, lo scarico consentito attraverso le connessioni illusorie, pur crescente con la profondità della connessione, deve comunque essere di piccola entità, afferente esclusivamente alla tensione residua che è imposta dalle condizioni di complessità del meccanismo pur nelle migliori condizioni possibili di sopravvivenza, giacché altrimenti sarebbe impedita la formazione del vettore modificativo.
Nell'ipotesi che la contrapposizione degli impulsi dia luogo ad una tensione residua superiore al livello che può essere completamente assorbito attraverso l'attività operativa e attraverso le connessioni illusorie, essa permane nel sistema nella forma di energia potenziale, o stato di eccitazione, privo di scarico operativo.
Secondo le teorie cibernetiche, però, lo stato di energia potenziale può sussistere solo entro determinati limiti di "saturazione", superati i quali la sollecitazione deve necessariamente manifestarsi nella forma di un movimento.
Se esistono, pertanto, due gruppi di impulsi di grosse dimensioni la cui contrapposizione da luogo ad una tensione residua di livello superiore al limite di saturazione, e nell'ipotesi che non sia possibile uno scarico attraverso l'alternanza all'accesso operativo (che cioè non sia possibile una soluzione schizoide), la parte della tensione residua superiore al livello di saturazione dell'energia potenziale deve necessariamente dar luogo ad una attività operativa, anche se da questa attività non scaturisce alcuna riduzione della sollecitazione esterna.
Secondo le teorie cibernetiche, quando in un sistema in cui si sia superato il livello tensionale di saturazione dell'energia potenziale si verifica un aumento della sollecitazione, l'energia che vi è connessa viene assorbita sia da un aumento dell'intensità energetica connessa alla retroazione sia da un aumento della variabilità direzionale della retroazione stessa, secondo rapporti quantitativi fra i due assorbimenti che dipendono dalla rigidità delle connessioni del sistema.
Il trasferimento di tali risultati al sistema psichico permette di concludere che,

superato il livello di saturazione delle energie potenziali, la tensione o imbocca una canalizzazione di fuga (soluzione depressiva, il cui significato sarà esaminato nel prossimo capitolo) o confluisce nello scarico dell'impulso più forte (soluzione paranoica o maniacale). Sono anche possibili alternanze dei due sbocchi (soluzione maniaco-depressiva).

Ancora una volta, l'elemento determinante lo sbocco assunto dalla tensione è costituito dal gradiente di irrigidimento delle memorie; un alto gradiente favorisce lo sbocco estroverso maniacale mentre un basso gradiente favorisce lo sbocco introverso depressivo.

6 - LA STRUTTURAZIONE DEGLI IMPULSI

SOMMARIO

Il sistema psichico è rappresentato nel modello psicocibernetico da una stratificazione di connessioni di diverso grado di rigidità fra circuiti informativi e circuiti di amplificazione o scarico energetico.
Si discutono le modalità di formazione delle connessioni rigide e si dimostra la necessaria esistenza di connessioni fondamentali di origine genetica fra i circuiti informativi della sensibilità periferica e della sensibilità sessuale con un circuito di amplificazione o scarico energetico.
Tali circuiti informativi non sono connessi tutti contemporaneamente con il circuito di amplificazione ma secondo un programma temporale, pur esso di origine genetica, che comporta ad ogni stadio l'abbandono di alcune connessioni e l'assunzione di altre.
Le connessioni rigide vengono assunte attraverso un processo di associazione con le connessioni filogenetiche, processo in cui svolge un ruolo fondamentale la ripetitività dei meccanismi associativi elementari svolti nelle varie fasi del programma di connessioni filogenetiche.
Il processo di sensibilizzazione e desensibilizzazione delle zone erogene secondo un determinato programma, scoperto da Freud ed analizzato ulteriormente da Abraham, rientra in tale processo di successione di connessioni provvisorie filogenetiche di cui la teoria psicocibernetica mostra la necessità. La teoria psicocibernetica, però, ne evidenzia la maggiore complessità, che involve anche circuiti informativi relativi alla sensibilità interna, di natura neuro-ormonale.
Viene mostrato come il programma delle connessioni filogenetiche abbia una estrema variabilità che comporta una corrispondente variabilità caratteriale, ulteriormente amplificata dalla variabilità di altri elementi di origine genetica, quali il gradiente di irrigidimento delle connessioni per uno spostamento virtuale nella stratificazione dei circuiti e l'entità dell'energia messa in gioco dai circuiti di amplificazione secondaria.
Viene anche mostrato come esistano altri elementi di origine genetica, quali la forza fisica e il fascino esercitato che influenzano la risposta ambientale e per tal via indirettamente la formazione caratteriale.
La variabilità caratteriale di origine genetica viene poi amplificata dalle particolarità dell'esperienza ontologica, cosicché in definitiva, la variabilità caratteriale

umana assume dimensioni elevatissime.
Viene infine dimostrata la necessità dell'impulso di morte di Freud, interpretato come componente di fuga dell'impulso di conservazione della specie; viene mostrato come la possibilità di sollecitare tale impulso sia estremamente variabile da individuo a individuo, secondo le particolarità della struttura caratteriale.

Nel linguaggio psicocibernetico l'impulso è un flusso di energia che scorre in memorie di riconoscimento e di pretrattamento che effettuano un trattamento dell'informazione rigido, le cui caratteristiche, cioè, non variano con le condizioni esterne.
Nell'ambito delle memorie di riconoscimento la memoria di azione, rappresentando il meccanismo di attivazione della psiche in corrispondenza di una variazione dello stato è, necessariamente, di origine genetica, giacché coincide con il meccanismo di sviluppo di energia cinetica al superamento del livello di saturazione dell'energia potenziale che, secondo le vedute della cibernetica, si verifica in qualsiasi sistema e ne costituisce quindi una componente strutturale la cui esistenza precede qualsiasi trasformazione evolutiva.
Le memorie di allarme e di rassicurazione (nonché di pretrattamento, che la teoria psicocibernetica identifica in elementi di memorie di rassicurazione) invece, sono il frutto della sovrapposizione di circuiti informativi, o associazioni, al fondamentale circuito di azione e possono essere quindi il frutto di un processo di acquisizione successivo.
La teoria psicocibernetica accetta la convinzione ormai generale della psicologia moderna, secondo cui una grande quantità di connessioni associative rigide si strutturano sul piano ontologico, nell'età infantile, attraverso processi la cui modalità segue una programmazione di origine genetica, analizzando però con maggiore precisione il ruolo degli elementi filogenetici e di quelli ontogenetici nella determinazione della variabilità caratteriale umana.
Nell'ambito della teoria psicocibernetica, che riprende più generali formulazioni della cibernetica, la formazione di associazioni viene spiegata attraverso la comparsa e la successiva scomparsa di flussi energetici. I canali di connessione fra i vari circuiti aperti dal flusso energetico divengono così canali preferenziali di flusso per flussi energetici di livello tensionale inferiore a quello che ha determinato l'apertura delle connessioni.
Se il flusso energetico formativo è privo di gradi di libertà nello sviluppo direzionale, l'associazione avviene fra elementi che concorrono alla formazione della tensione; se il flusso energetico ha libertà direzionale, l'associazione avviene fra elementi legati alle direzionalità che concorrono alla riduzione della tensione.
In ogni modo, perché si possa avere una fissazione di connessioni, deve esistere un flusso energetico, in corrispondenza delle cui variazioni si deter-

mina la formazione di linee preferenziali di flusso.
Pertanto, anche nel processo di fissazione delle memorie rigide che avviene nell'infanzia deve sussistere un flusso energetico di amplificazione primaria delle informazioni sensorie che, non potendo provenire da memorie strutturate ontologicamente, non ancora esistenti, deve necessariamente provenire da memorie ereditate, vale a dire filogenetiche.
Tali memorie, ovviamente, non possono essere di azione, non potendosi ipotizzare che le memorie ontologiche si strutturino in corrispondenza di sollecitazioni cui corrispondono danni effettivi all'organismo.
Dobbiamo perciò necessariamente ritenere che il flusso di amplificazione primaria sia fornito da una memoria di allarme di origine genetica e che le altre memorie di allarme si sviluppino mediante legami associativi con la prima.
Ora, le memorie di allarme devono strutturarsi in corrispondenza di informazioni sensorie che siano in relazione con la possibilità di eccitazione delle memorie di azione (altrimenti non avrebbero utilità).
Per la memoria di allarme di origine genetica, la correlazione fra le informazioni sensorie che la sollecitano e le informazioni sensorie che sollecitano le memorie di azione deve essere, evidentemente, preesistente a qualsiasi esperienza ontologica.
Non potendo quindi tale correlazione derivare da elementi di contiguità spaziale e temporale delle informazioni sensorie (come invece accadrà per le altre memorie di allarme), essa deve essere insita nelle informazioni sensorie stesse, che devono avere una "qualità" comune.
Ciò si verifica certamente se le informazioni sensorie provengono dagli stessi organi sensori, che definiscono così un "tipo" di informazione sensoria comune sia alla memoria di azione che alla memoria di allarme filogenetica.
Le informazioni provenienti da questi organi devono, però, avere anche un elemento di diversità nei due casi, non potendo, come abbiamo già detto, le associazioni formarsi in corrispondenza di danneggiamenti all'organismo; tale diversità non può risiedere che nel livello tensionale dell'energia di supporto delle informazioni.
Le informazioni sensorie che sollecitano la memoria di allarme filogenetica, provenienti dagli stessi organi sensori che sollecitano la memoria di azione, devono risultare disponibili, una volta superata la fase di strutturazione dei

legami rigidi, per la formazione di legami associativi labili relativi a condizioni ambientali mutevoli, così come accade per le informazioni sensorie provenienti dagli altri organi sensori.
Dobbiamo quindi ritenere che i legami fra tali informazioni sensorie e il punto nodale di emissione di energia, di origine genetica, abbiano una durata limitata, coincidente con il periodo di strutturazione dei legami rigidi.
Durante il periodo infantile, in cui esiste tale capacità di sollecitare la memoria di allarme di origine genetica, ed in cui esiste anche la capacità di strutturare collegamenti rigidi anziché labili, vengono fissate in memorie di allarme rigide le informazioni sensorie contigue temporalmente o spazialmente a quelle che stimolano la memoria di allarme filogenetica, secondo il procedimento, già illustrato, di formazione dei collegamenti associativi.
Naturalmente, le informazioni sensorie che si accompagnano a riduzioni della tensione dell'energia emessa dalla memoria di allarme filogenetica, strutturano memorie di rassicurazione.
Vengono anche fissate, in memorie di pretrattamento rigide, quelle modalità comportamentali che danno luogo a riduzione della tensione.
Le informazioni sensorie provenienti dagli organi della vista, dell'udito, dell'olfatto e del gusto non possono sollecitare le memorie di azione in quanto non segnalano un danneggiamento in atto dell'organismo; per conseguenza non possono neanche sollecitare la memoria di allarme filogenetica.
L'unico senso che può svolgere questo ruolo è il tatto, inteso come sensibilità periferica dell'intero organismo e che rappresenta appunto un tipo di informazione sensoria che, a basso livello energetico svolge lo stesso ruolo delle altre informazioni sensorie ma, ad alto livello energetico, segnala l'esistenza di un danneggiamento in atto dell'organismo.
Come dice Margaret Mead, dunque, il bambino "adopera ogni centimetro di epidermide, ogni tensione muscolare, ogni mucosa e membrana sensitiva per imparare a conoscere, esplorare e penetrare il mondo che lo circonda" (Maschio e femmina, II, 1).
Nella teoria statistica della prova delle ipotesi, o teoria del controllo, viene mostrato come il significato dell'informazione di livello inferiore a quello di azione è quello di probabilità di esistenza della necessità regolativa in un ambito spaziale o temporale più ampio di quello individuato dal campione (vedasi in particolare la teoria del controllo di Shewart).

Trasferendo tali risultati nella teoria psicocibernetica, ne deduciamo che l'associazione fra le informazioni sensorie che sollecitano la memoria di allarme filogenetica e la memoria di azione è solo probabile.
Occorre allora, prima di dar luogo alla formazione definitiva e irreversibile di memorie di allarme, cioè di connessioni "forti", un controllo del livello di probabilità dell'associazione, così che tale formazione avvenga solo se la probabilità è sufficientemente alta.
Ricordiamo, a tal fine, che la teoria psicocibernetica prevede che le connessioni forti possano formarsi anche quando l'energia formativa è di debole intensità se lo sviluppo di energia è accompagnato da un processo ripetitivo e che tale processo equivale alla graduale assunzione informativa nei successivi cicli di un circuito cibernetico, assunzione che rialza il livello di probabilità della determinazione.
Attraverso la memoria di allarme filogenetica deve ottenersi quindi uno sviluppo di energia di livello tensionale inferiore a quello che può determinare la formazione di una connessione forte, che deve invece avvenire con il concorso di un processo ripetitivo.
Tale processo di integrazione di informazioni elementari, ciascuna dotata di un basso livello di probabilità, fino al raggiungimento di un alto livello di probabilità a livello integrale è svolto, sul piano della formazione ontologica degli impulsi, dal meccanimo delle zone erogene.
Si tratta dell'esistenza di un programma di sensibilizzazione delle varie zone del corpo, che non vengono sensibilizzate tutte insieme, ma in una determinata successione nel tempo, che ha una programmazione filogenetica.
La motivazione di questa programmazione nel tempo sta dunque nella necessità di recepire un'esperienza complessa nella formazione degli impulsi e diminuire così la probabilità di errori connessa al fatto che si utilizzano informazioni sensorie la cui associazione con le memorie di azione è solo probabile.
Se le varie zone del corpo si sensibilizzassero tutte contemporaneamente, la strutturazione degli impulsi avverrebbe secondo un'unica esperienza esistenziale, relativa a quella combinazione di fattori esterni esistente al momento della esperienza stessa.
Programmando nel tempo la strutturazione degli impulsi, si realizza la possibilità di recepire esperienze più varie e complesse.

La realtà viene infatti indagata tante volte quante sono le zone erogene, ed è dalla sovrapposizione di queste immagini che si costituisce un'immagine complessa della realtà.
Si può ritenere che esistano diversi circuiti informativi connessi con il circuito della sensibilità periferica, collegato con la memoria di allarme filogenetica.
Oltre ai circuiti informativi provenienti dagli organi sensori, che danno luogo, per associazione con il circuito della sensibilità periferica, a memorie di allarme o di rassicurazione occorre ritenere che esistano circuiti informativi provenienti da sensori interni, sollecitati da modificazioni interne indotte dalle condizioni di nutrizione e di funzionamento degli organi interni nonché, attraverso collegamenti psicosomatici, da determinate situazioni psichiche.
(Tale trasferimento somatico degli stati tensionali ha la funzione di prolungare, fino ad adatta rassicurazione, la presenza psichica di impulsi strategici che, essendo di basso livello tensionale, non darebbero luogo ad una sensibile permanenza percettiva).
Infine un circuito informativo proveniente da sensori interni sensibili a determinate condizioni ormonali dell'organismo, che definiamo di "eccitazione sessuale".
Per i circuiti interni non esiste il problema di collegare determinate informazioni sensorie di origine interna con la possibilità di sollecitare la memoria di azione, cioè il problema di strutturare delle memorie di riconoscimento, in quanto le informazioni sensorie di origine interna sono già riconoscitive.
Poiché il cervello governa l'azione di organi che possono agire soprattutto all'esterno, l'associazione fra i circuiti informativi interni ed esterni non può che avere lo scopo di individuare oggetti esterni capaci di eliminare le sollecitazioni interne, cioè di strutturare "memorie di definizione oggettuale".
Un aspetto di grande importanza, relativo alle memorie di definizione oggettuale, è l'esistenza di un fenomeno di "estroversione" secondo il quale, una volta strutturatesi, le memorie di definizione oggettuale non solamente individuano l'oggetto da ricercare quando si deteminano determinate modificazioni interne, segnalate dai sensori interni, ma divengono esse stesse fonti di eccitazione delle modificazioni interne quando si presentano le informazioni sensorie relative all'oggetto.
Per la memoria sessuale questa estroversione delle fonti di eccitazione ha caratteristiche assai più spiccate che per le altre memorie di definizione ogget-

tuale.
Occorre quindi ritenere che, contemporaneamente alla sensibilizzazione delle varie zone del corpo, siano in atto nel bambino condizioni di eccitazione sessuale, cosicché i due processi, strutturazione di memorie di riconoscimento e strutturazione di memorie sessuali siano profondamente connessi.
I due processi non possono però essere coincidenti, avendo finalità differenti: vi sono differenze nei programmi temporali di sensibilizzazione periferica e di eccitazione sessuale, cosicché l'immagine sessuale si forma in corrispondenza di un gruppo selezionato di informazioni sensorie.
La variabilità nell'immagine sessuale, in particolare la differenza fra maschi e femmine, può dipendere da una variabilità nei programmi temporali di eccitazione sessuale oppure dall'esistenza di determinate differenti "guide" sensorie (che potrebbero essere di tipo chimico) che indirizzano lo scarico sessuale verso determinate forme.
È probabile che sussistano ambedue questi meccanismi che sono, evidentemente, di origine genetica.
La variabilità del programma potrebbe avere, infatti, la funzione di determinare una corrispondente variabilità dell'immagine sessuale nel senso etero ed omosessuale, innestando tale variabilità su di una situazione base definita dalle guide sensorie.

L'equilibrio delle tensioni che si formano nei vari circuiti nella fase infantile porta alla formazione di connessioni che permangono definitivamente; si strutturano, cioè, degli impulsi che, essendo costituiti dalla sovrapposizione di più circuiti, sono "complessi".
Secondo la teoria delle interazioni sistemiche, sotto un'azione esterna di intensità crescente, si susseguono, nel sistema ricevente, una serie di modificazioni dello stato delle energie potenziali e cinetiche.
Il primo effetto dell'azione esterna è quello di sviluppare energia potenziale nelle connessioni del sistema, fino al raggiungimento di un livello di "saturazione" del campo delle energie potenziali, superato il quale l'energia indotta nel sistema si manifesta nella forma cinetica.
Tale retroazione cinetica è ancora, fintanto che la tensione si mantiene entro certi limiti, una retroazione di massa, (diretta secondo la direzione del campo delle energie potenziali) che non comporta modificazioni di rilievo della

disposizione interna dei componenti del sistema.
Crescendo ulteriormente la tensione del sistema si manifesta una retroazione di forma, costituita da una variabilità della disposizione dei componenti del sistema, con una componente nella direzione ortogonale alla direzione del campo delle energie potenziali.
In questa fase le retroazioni di massa e di forma coesistono e interagiscono in maniera complessa.
Crescendo ancora la tensione del sistema, la componente della retroazione in direzione ortogonale alla direzione del campo delle energie potenziali diviene prevalente.
Trasferendo tali risultati al sistema psichico considerato nella fase infantile di strutturazione degli impulsi, si giunge alla conclusione che, fintanto che la sollecitazione esterna non supera determinati limiti, il vettore modificativo presenta una componente estroversa prevalente, cosicché se l'abbassamento tensionale conseguente alla soddisfazione interviene a bloccare il relativo programma estroverso, che non comporta cioè modificazione delle condizioni interne, si strutturano impulsi aggressivi o predatori.
Se invece la soddisfazione non interviene a bloccare il programma estroverso, (e tale situazione è assai probabile nella condizione di completa assenza di potere del bambino) compare una componente introversa, o tensione del dare, che convive, in rapporti crescenti con la tensione, con la componente estroversa, o tensione dell'avere.
La riduzione tensionale bloccante può intervenire quando il rapporto fra le due componenti ha un valore qualsiasi, dando così luogo ad un'amplissima gamma caratteriale; nelle condizioni in cui la componente introversa è prevalente si strutturano impulsi d'amore.
Se la soddisfazione non interviene a bloccare il programma introverso e la tensione cresce ancora, si strutturano impulsi di fuga.
L'alternativa di fuga è un'alternativa residua, imboccata, in condizioni di alto livello tensionale, quando falliscono le esperienze estroverse e introverse; essa non richiede pertanto alcuna esperienza riduttiva della tensione per risultare fissata.
La strutturazione delle memorie di allarme e delle memorie comportamentali (che costituiscono elementi di memorie di rassicurazione) non sono però due processi che si svolgono in tempi e luoghi distinti; essi interferiscono ampia-

mente.

Ne segue che quando in corrispondenza di determinate sollecitazioni esterne si tentano determinate modalità comportamentali che non portano ad alcuna riduzione, ma anzi ad un aumento della tensione, non solo, come è ovvio, non si ha la fissazione delle modalità comportamentali in questione, ma si ha la fissazione di memorie di allarme connesse a tali modalità comportamentali, memorie di allarme che impediscono la ripetizione dell'esperienza comportamentale.

L'impulso di fuga rimane pertanto fissato in via indiretta, attraverso l'inibizione dei comportamenti estroversi ed introversi.

L'aspetto più importante di tali impulsi è che essi risultano fissati ad un livello tensionale superiore a quello degli impulsi estroversi e introversi. Questi richiedono, per la loro fissazione, che la tensione si abbassi fino ad un determinato livello critico "di fissazione", mentre gli impulsi di fuga, risultando fissati "per esclusione", non necessitano di tale condizione fissatrice.

Non vi è chi non veda l'estrema importanza che, ai fini della strutturazione del carattere, inteso come caratterizzazione delle modalità di risposta alle sollecitazioni dell'ambiente, abbia la ripartizione degli impulsi nelle tre classi di impulsi aggressivi, d'amore e di fuga.

Lo sviluppo di impulsi di fuga porta, ovviamente, ad insicurezza (dovuta all'abnorme sviluppo di memorie di allarme che contrastano gli atteggiamenti costruttivi) e ad instabilità (dovuta al più alto livello tensionale di regime, conseguente all'inesistenza di linee di scarico tensionale) nonché, sul piano dei rapporti interpersonali, ad una svalutazione inflazionistica dei propri apporti (dovuta alla perdita delle connessioni rigide fra il dare e l'avere, che sono proprie degli impulsi d'amore).

Lo sviluppo di impulsi aggressivi e d'amore porta invece, salvo che si strutturino impulsi contradditori o inadeguati alle condizioni della realtà, problemi che in questo momento non ci interessano, a condizioni di stabilità e sicurezza.

La trattazione che abbiamo fin qui svolta ha mostrato come la struttura degli impulsi sia influenzata in maniera notevolissima dalle condizioni dell'esperienza ontologica giacché è la resistenza che le varie modalità comportamentali incontrano nella realtà che ne permettono, in definitiva, la fissazione in

impulsi.
Ha però anche mostrato che, poiché la strutturazione degli impulsi avviene mediante un processo di acquisizione per infinitesimi dell'informazione (processo con cui si è interpretata la teoria delle zone erogene di Freud), le singole esperienze esistenziali, pur se traumatiche, avrebbero una scarsa influenza nella determinazione della struttura degli impulsi che sarebbe determinata dalle condizioni prevalenti in maniera sistematica nella realtà esterna, in assenza di una variabilità di risposta del soggetto di origine genetica.
In sostanza, in assenza di una variabilità caratteriale di origine genetica, gli individui inseriti in un eguale realtà sociale mostrerebbero la stessa struttura caratteriale non avendo, le singole particolari esperienze esistenziali, la possibilità di determinare variazioni significative della struttura degli impulsi.
Le particolarità dell'esperienza ontologica potrebbero invece costituire elemento di amplificazione di diversità già esistenti nell'ambito della eredità genetica: come è noto dalle teorie cibernetiche, infatti, l'acquisizione dell'informazione sul piano statistico, cioè attraverso una molteplicità di atti di campionatura successivi, annulla la variabilità di carattere casuale ed amplifica la variabilità di carattere sistemico, ripetitivo, che trovi cioè riscontro in un campo energetico ordinato.
È opportuno, allora, individuare gli elementi di derivazione genetica che possono essere responsabili di tale variabilità.

Nell'ambito della teoria psicocibernetica si introduce, pur senza ipotizzarne una variabilità genetica, il "gradiente di irrigidimento delle memorie" che rappresenta l'irrigidimento delle memorie in corrispondenza di uno spostamento virtuale da una stratificazione a quella che la precede nel percorso del flusso energetico principale che va dalle memorie sensorie alle memorie operative.
È stato mostrato, in tale ambito, come tale gradiente determini il rapporto fra componente estroversa e componente introversa del vettore modificativo, nel senso che un aumento del gradiente di irrigidimento porta ad una diminuzione della componente introversa.
Se allora supponiamo che il gradiente di irrigidimento delle memorie sia variabile da un individuo all'altro, gli individui con basso gradiente di irrigidi-

mento passeranno più rapidamente alla sperimentazione dei programmi introversi, o di scambio, e struttureranno un più ampio volume di impulsi di amore.

Nell'ambito della teoria psicocibernetica si introduce poi la memoria di amplificazione secondaria, come strumento di ottimizzazione non lineare dei programmi.

Già in tale ambito si dimostra che l'entità dell'energia di amplificazione secondaria non può essere aprioristicamente determinata al suo valore ottimale a livello individuale, cosicché se ne deve necessariamente ammettere una variabilità di origine genetica.

Gli individui con più ampio valore della amplificazione secondaria possono ampliare il campo tensionale di sperimentazione dei programmi, siano essi estroversi o introversi, e così più difficilmente pervengono a strutturare impulsi di fuga.

La variabilità sul piano dell'energia di amplificazione secondaria può anche riflettersi nell'ambito delle possibilità intellettive, con risultati che sono diversi a seconda del gradiente di irrigidimento delle memorie, portando ad un più alto livello di "fantasia" negli individui ad alto gradiente di irrigidimento delle memorie e ad una maggiore capacità di ragionamento astratto negli individui a basso gradiente.

Nell'ambito di questo lavoro si sono poi introdotti il programma di sensibilizzazione delle zone erogene ed il programma di eccitazione sessuale, che hanno una estrema importanza nella formazione caratteriale in quanto definiscono, insieme ai normali circuiti di eccitazione connessi alle condizioni di conservazione, i circuiti cibernetici di eccitazione e di scarico della sollecitazione riconoscitiva, costituiscono cioè la struttura di base su cui si innestano le connessioni con i circuiti informativi.

Tali programmi sono di evidente derivazione genetica e la loro variabilità induce certamente una corrispondente variabilità caratteriale.

Vi sono infine delle altre condizioni che non influiscono sulle modalità di svolgimento dei processi psichici ma sulle caratteristiche della risposta ambientale e intervengono in fasi più avanzate della lunghissima (in relazione alla durata della vita) e complessissima fase di strutturazione istintuale dell'uomo, condizioni costituite dal fascino sessuale esercitato e dalla forza fisica.

Ammettendo, pertanto, che tutti, o quasi tutti, i fattori di derivazione genetica

che abbiamo elencato abbiano una variabilità strutturale che l'esperienza ontologica può amplificare, la loro sovrapposizione può portare ad una variabilità caratteriale estrema.

Desideriamo adesso rilevare come vi sia un importante elemento, sicuramente di origine genetica, costituito dal grado di rigidità con cui si strutturano le connessioni acquisite nel'infanzia, che appare di livello ben maggiore di quanto necessario ai fini della conservazione individuale, fini che richiederebbero un proporzionamento del livello di rigidità all'uniformità delle condizioni ambientali cosicché, in presenza di condizioni ambientali variabili dovrebbe essere possibile modificare la struttura delle connessioni.
Tale elemento va valutato parallelamente ad un altro elemento che, pur non influendo sulle modalità di svolgimento dei processi psichici, modifica in senso sistemico le caratteristiche della risposta ambientale e per tale via, indirettamente, la formazione della struttura caratteriale, elemento costituito dalla completa assenza di potere diretto da parte del bambino nella primissima infanzia.
Tale condizione porta necessariamente allo spostamento delle cariche psichiche dagli oggetti ai componenti del gruppo sociale, che soli possono soddisfare i bisogni del bambino, sviluppando così impulsi indiretti sociali.
La rigidità delle connessioni sviluppate nell'infanzia ha evidentemente lo scopo di proteggere la conservazione di tali impulsi sociali e persegue così certamente finalità di conservazione della specie.
Tali finalità di conservazione della specie, introdotte con tale palmare evidenza sul piano genetico dalla eccessiva rigidità (ai fini delle necessità della conservazione individuale) delle connessioni istintuali e dalla carenza di potere diretto del neonato, serviranno a spiegare anche la variabilità caratteriale umana.
Tale argomento sarà ripreso nel prossimo capitolo. Per il momento e in via di semplificazione descrittiva, possiamo rappresentare gli elementi di derivazione genetica che perseguono una finalità di conservazione della specie attraverso un impulso di conservazione della specie operante sul piano individuale.
Esso si manifesta sia attraverso l'induzione di una componente sistemica sociale (dovuta alla rigidità delle connessioni sviluppate in condizioni di

carenza di potere diretto) sia attraverso l'induzione di una variabilità caratteriale.
Nell'ambito di tale variabilità può farsi una importante distinzione: vi è un'amplificazione anomala degli impulsi dell'avere, cioè nel comportamento autoconservativo, che addebiteremo ad una "componente estroversa dell'impulso di conservazione della specie" e vi è un'amplificazione anomala degli impulsi del dare, cioè del comportamento altruistico, che addebiteremo ad una "componente introversa dell'impulso di conservazione della specie".

Nell'ambito della variabilità umana si pone la suddivisione fondamentale fra variabilità interna alla specie, che si svolge sul piano delle coordinate spaziali, e variabilità esterna alla specie e interna al gene, che si svolge sul piano della coordinata temporale.
Se la sopravvivenza si deve proiettare su tempi lunghi, la capacità di variazione al livello del gene non deve trovare ostacoli nella sopravvivenza a livello della specie.
Ciò pone dei limiti alle possibilità di sopravvivenza individuale, cioè del singolo individuo della specie.
Perché la variazione genetica si traduca in effettiva variazione della specie occorre infatti che il genitore della nuova struttura non sopravviva oltre un determinato tempo con capacità generativa. Gli incroci fra strutture a diversi livelli di evoluzione rischierebbero, infatti, di vanificare o di rallentare il processo evolutivo.
A prima vista non sembrerebbe invece nociva la sopravvivenza individuale senza capacità generativa fino ai limiti consentiti dall'aderenza alla forma dell'universo ambientale.
In nicchie ecologiche limitate non vi è però spazio per un gran numero di generazioni; deve pertanto sussistere una rotazione realizzata, ovviamente, attraverso la scomparsa delle generazioni più antiche.
Tale rotazione non può avvenire attraverso una lotta per la sopravvivenza fra le generazioni, che non farebbe che privilegiare le caratteristiche fondamentali della struttura, che ne verrebbe irrigidita.
Sarebbero così impedite le variazioni che, pur preannunziando la forma del futuro, nel tempo breve sono meno efficienti in quanto si conformano a variazioni dell'universo che, essendo marginali, non possiedono ancora sufficiente

forza selettiva nei confronti delle condizioni che hanno dato vita alle caratteristiche fondamentali.
Deve quindi necessariamente ipotizzarsi una "memoria di morte", cioè un meccanismo biologico di autodistruzione, il cui ritmo è quindi correlato al ritmo con cui si susseguono le generazioni e alla dimensione della nicchia ecologica.
Naturalmente, lo sviluppo di una lotta per la sopravvivenza nell'ambito della specie, in conseguenza dell'esaurimento della nicchia, è sempre novico alla sopravvivenza a lungo termine della specie, anche quando non sia causato dalla sovrapposizione delle generazioni, ma semplicemente dall'incremento quantitativo della specie.
Ciascun individuo, infatti, combatte con le armi che la natura ha fornito alla specie, cosicché lo sviluppo di una lotta per la sopravvivenza nell'ambito della specie porta ad una selezione basata sulla efficienza delle armi che già la specie possiede.
La struttura, pertanto, si irrigidisce ben più di quanto sarebbe necessario per la sopravvivenza della specie nei tempi lunghi, proprio quando, per l'esaurirsi della nicchia, occorrerebbe approntare nuove strutture, adatte alle mutate condizioni ambientali.
Ciò in particolar modo quando l'esaurirsi della nicchia non è dovuto al semplice incremento quantitativo della specie, ma a mutamenti intervenuti nella realtà esterna.
Ovviamente, la memoria di morte intesa come meccanismo biologico di autodistruzione, essendo legata a ritmi temporali, può impedire la lotta fra le generazioni, ma non la lotta nell'ambito delle generazioni, che si sviluppa in corrispondenza del verificarsi di una condizione, l'esaurirsi delle possibilità ricettive della nicchia, non programmabile aprioristicamente in termini di tempo.
Tale obiettivo potrebbe invece essere ottenuto tramite una memoria di morte che agisse sul piano psicologico, cioè tramite un impulso di "morte".

Pertanto, se un gene ha attraversato lunghi periodi di saturazione della nicchia, fintanto che questa non si è allargata, deve avere necessariamente sviluppato un impulso di morte.
Evidentemente, l'impulso di morte non può essere una componente dominante della psiche, il suo intervento essendo richiesto in condizioni poco

frequenti; se esiste, però, essendo legato alla sopravvivenza nei tempi lunghi, deve far parte del nocciolo più rigido del gene.
Non è necessario che l'impulso di morte si manifesti nel comportamento direttamente suicida; tutta una serie di comportamenti depressivi intermedi possono portare a risultati coerenti con l'obiettivo del ridimensionamento delle capacità espansive della specie, portando ad una riduzione della sessualità e quindi della riproduzione, nonché ad una maggiore vulnerabilità agli agenti riduttivi esterni.
Perché l'indebolimento delle capacità difensive, connesso allo sviluppo dell'impulso di morte, non si traduca in un danno per la specie, occorre che esso si manifesti in maniera differenziata fra gli individui della specie, cosicché vi siano individui che, per esserne esenti totalmente o parzialmente garantiscano la sopravvivenza della specie.
Una simile variabilità nelle caratteristiche dell'impulso si verifica, come abbiamo mostrato, anche per l'impulso di conservazione della specie, soprattutto per quanto riguarda le modalità comportamentali del "dare" o "dell'avere" che ne rappresentano le componenti introversa ed estroversa, variabilità indotta dalla variabilità nel gradiente di irrigidimento delle memorie.
La ulteriore considerazione che anche l'impulso di morte persegue finalità di conservazione della specie ci permette, in definitiva, di comprendere l'impulso di morte nell'ambito del complesso di impulsi che costituiscono l'impulso di conservazione della specie.
Per la fissazione ontogenetica dell'impulso di morte non può evidentemente ipotizzarsi la riduzione tensionale necessaria per fissare un comportamento estroverso o introverso.
L'impulso di morte dovrà pertanto essere considerato la "componente di fuga dell'impulso di conservazione della specie" le cui modalità comportamentali costituiscono un'alternativa ultima, imboccata in condizioni estreme di tensione.
A differenza degli impulsi di fuga determinati da un particolare pericolo esterno, l'impulso di morte non è costituito da una modalità comportamentale di allontanamento, ma dalla equivalente modalità comportamentale dell'abbandono.
La relativa canalizzazione nell'ambito delle memorie dovrà essere conside-

rata come una canalizzazione di scarico dell'energia psichica, che perde così la sua caratteristica di aggressività esterna, e dovrà darsi notevole importanza ai collegamenti psicosomatici che tale canalizzazione induce.
È infatti ragionevole pensare che essa induca una sofferenza di origine interna, che diviene nucleo di attrazione delle residue energie psichiche che vengono così distratte dall'esterno.
Ed è anche ragionevole pensare che alla componente psichica di tale fenomeno, l'angoscia, corrisponda una componente somatica che accelera il funzionamento della memoria biologica di morte (ad esempio attraverso l'emissione di neuro-ormoni che allarghino particolari settori del campo di riconoscimento del self, così aumentando l'accettabilità delle deviazioni di struttura delle cellule, in cui può farsi consistere l'invecchiamento).
Con la variabilità, di origine genetica, del gradiente di irrigidimento delle memorie si giustifica come l'istinto di morte venga sollecitato in maniera differenziata nei diversi individui della specie.
Un più alto gradiente di irrigidimento comporta infatti una minore componente introversa del vettore modificativo e quindi un più alto livello tensionale globale a cui tale vettore può raggiungere la canalizzazione dell'impulso di morte.
La suddivisione dei tipi psicologici in introversi ed estroversi, già introdotta per altra via da Jung, è quindi di importanza fondamentale, in quanto ad essa corrispondono strutture psicologiche profondamente diverse, con un diverso rapporto quantitativo fra gli impulsi estroversi e gli impulsi introversi e con una diversa facilità di sollecitazione dell'impulso di morte.

7 - INTRODUZIONE AD UNA SOCIOLOGIA SCIENTIFICA

SOMMARIO

La teoria delle interazioni sistemiche viene applicata al sistema sociale, visto come sistema flessibile prodotto dal processo evolutivo, sistema che reagisce alle sollecitazioni ambientali assumendo funzioni regolatorie.
Il punto fondamentale messo in luce da tale modalità di approccio ai problemi sociologici è nella dimostrazione che la diseguaglianza fra gli uomini non è la conseguenza di una sovrapposizione culturale, ma ha le sue radici nella variabilità caratteriale umana, di fondamentale origine genetica, attraverso cui il sistema sociale acquisisce la flessibilità necessaria a fargli assumere funzioni regolatorie nella sua interazione con il sistema esterno.
Le condizioni ambientali svolgono, attraverso un meccanismo che si dimostra essere a retroazione negativa, la funzione di stimolo o di inibizione delle componenti istintuali dell'individuo e, per effetto della variabilità caratteriale umana, ciò si traduce in stimolo o inibizione di componenti caratteriali della società che a loro volta retroagiscono sulla formazione delle componenti istintuali individuali; l'interazione di questi processi determina la struttura degli scambi sociali.
L'elemento fondamentale che caratterizza in tal senso una condizione ambientale è costituito dai rapporti di scambio che si stabiliscono in relazione alle possibilità di sfruttamento della nicchia. Vi sono condizioni che richiedono strutture in cui prevale l'elemento collaborativo e condizioni che richiedono strutture altamente gerarchizzate; le corrispondenti stimolazioni o inibizioni delle componenti istintuali individuali e conseguentemente delle componenti caratteriali della socetà determinano lo sviluppo delle relative strutture organizzative.
Viene mostrato come l'individuo reagisca a condizioni di estrema repressione degli impulsi determinata da particolari strutture organizzative attraverso una fuga dalla realtà che trova la sua manifestazione sociale in istituzioni che la facilitano e la rafforzano. È però possibile ipotizzare una alternativa di fuga nella realtà, cui devono corrispondere apposite istituzioni sociali, che porterebbe ad uno scarico tensionale. Vi sono però delle condizioni aprioristiche che devono essere realizzate come necessità tecniche; esse riguardano il rapporto fra le dimensioni della popolazione e della nicchia.

La ricerca sulle modalità di formazione dell'ordine ha portato ad alcune importanti conclusioni che possono avere, insieme agli sviluppi della teoria psicocibernetica, importanti applicazioni nel campo sociologico.
L'ordine viene creato e mantenuto da una struttura di forze ordinatrici che operano riducendo i gradi di libertà del sistema, ossia la possibilità del verificarsi di urti e inducendo interdipendenze di stato fra i componenti.
Nei sistemi flessibili, fra i quali si annoverano le strutture biologiche, la riduzione della frequenza degli urti è innescata da una componente esogena della struttura delle forze ordinatrici, componente che permette lo sviluppo successivo della componente endogena che, oltre a ridurre ulteriormente la frequenza degli urti, induce legami di interdipendenza.
Perchè l'immissione di energia ordinata nel sistema dia luogo alla formazione di strutture complesse, occorre che esistano nei componenti del sistema differenze strutturali che la stimolazione energetica proveniente dall'esterno permette di tradurre in stratificazioni di forze. Nei sistemi flessibili più complessi tale stratificazione di forze in cui si struttura la componente endogena delle forze ordinatrici ha gradini così piccoli da poter essere paragonabile ad una stratificazione continua. Essa si sviluppa mediante un processo di accumulo per infinitesimi dell'informazione, ossia dell'ordine, che passa attraverso una lunga catena di trasformazioni organizzative dirette verso organizzazioni sempre più complesse, a partire dalle iniziali differenze dei campi gravitazionale ed elettromagnetico.
Ora, l'uomo sopravvive in quanto capace di sviluppare un sistema sociale, giacchè il singolo individuo non costituisce un sistema capace di assicurare la sua sopravvivenza in ogni circostanza di origine esterna.
Ciò comporta non solo che fra gli uomini deve esistere un campo di forze aggregative, nella forma di un impulso sociale (che nel precedente capitolo abbiamo anche chiamato impulso di conservazione della specie), ma anche che questo campo deve essere non uniforme, stratificato. Le condizioni perchè si sviluppino i livelli di forze, o gerarchici, che costituiscono tale stratificazione di forze devono avere inoltre, necessariamente, una fondamentale componente di origine genetica. Infatti, se la struttura delle forze non fosse almeno in parte precostituita come potenzialità diversificata di sviluppo di forze nei componenti del sistema e si avesse invece una condizione iniziale di eguaglianza, non vi è dubbio, sulla base delle recenti acquisizioni della ricerca

scientifica (che si riallacciano non solo ai contributi contenuti in questo volume, ma anche direttamente ai contributi di Fröhlich e di Prigogine che li hanno resi possibili), che le forze di origine esterna non avrebbero la possibilità nei tempi brevi, ontologici, di stimolare lo sviluppo di un sistema del livello di complessità, nelle sue capacità di risposta alle sollecitazioni del sistema esterno, dell'organizzazione umana, che richiede una catena di trasformazioni di struttura, ciascuna con assunzione infinitesima dell'informazione, svolgentesi nei tempi lunghi.

Deve quindi esistere nell'uomo, necessariamente, una estesa variabilità caratteriale dell'impulso sociale, di origine genetica. Tale variabilità caratteriale permette all'insieme di strutturarsi in sistema organizzato ad alta efficienza estrattiva di negentropia attraverso lo sviluppo di strutture gerarchiche, che comportano differenziazioni oggettive del rapporto di scambio fra l'individuo e il gruppo.

L'organizzazione sociale umana si è sviluppata in una condizione in cui la sopravvivenza dell'individuo è risultata fondamentale per la sopravvivenza del gruppo, cosicchè le due necessità di sopravvivenza hanno, almeno entro certi limiti, coinciso.

Tale condizione, durata un periodo così lungo da determinare mutazioni genetiche, vale a dire diverse centinaia di migliaia di anni è quella verificatasi prima della scoperta della metallurgia e dell'agricoltura, quando la specie, abbandonati gli alberi, ha potuto sopravvivere attraverso lo sviluppo della caccia di gruppo che ha richiesto, per potersi svolgere efficientemente, il raggiungimento di una dimensione critica del gruppo, in cui ciascun individuo risultava, se non indispensabile, sicuramente estremamente importante.

L'impulso sociale non ha avuto così la necessità di essere trasmesso nella sua interezza per via genetica, essendo sufficiente la predisposizione di condizioni (quali l'estrema carenza di potere del bambino e la rigidità delle connessioni strutturate nell'infanzia) che ne permettono lo sviluppo in sovrapposizione ad un impulso di conservazione individuale per via ontologica; esso si manifesta infatti fondamentalmente come una richiesta di potere dell'individuo al gruppo volta alla propria sopravvivenza e non come una offerta, un bisogno di dare, che si sviluppa successivamente, e solo in una parte degli individui, attraverso un processo attivato dalla necessità di soddisfare il bisogno primario di avere. I rapporti fra l'individuo e il gruppo sono quindi rapporti di scam-

bio che riflettono analoghi scambi istintuali che si sviluppano, nell'ambito di ciascun individuo, per il soddisfacimento del bisogno di sopravvivenza, che si manifesta attraverso la necessità di eliminazione degli stimoli dolorosi (principio del piacere di Freud).

Anche la variabilità caratteriale, che consente la strutturazione del gruppo in sistema efficiente per lo sfruttamento della nicchia non ha avuto la necessità di una diretta trasmissione genetica, essendo sufficiente la predisposizione di elementi condizionanti le modalità di sviluppo della struttura degli impulsi a partire dal fondamentale impulso all'eliminazione degli stimoli dolorosi.

E infatti, secondo la teoria psicocibernetica, la fissazione delle connessioni istintuali avviene nell'infanzia per effetto degli avvenimenti ontologici, ma con una risposta di formazione caratteriale che dipende da una molteplicità di fattori genetici che vengono trasmessi con una estrema variabilità da individuo a individuo portando così ad una diversità non solo nell'intensità, ma anche nella qualità e nelle caratteristiche di interconnessione degli impulsi.

Le modalità di azione di tali fattori sono state esaminate in dettaglio nel precedente capitolo. Basterà qui ricordare che si tratta del "gradiente di irrigidimento delle memorie" che condiziona i rapporti quantitativi fra i fondamentali processi di proiezione e di introiezione, della "energia di amplificazione secondaria" che permette un allargamento del campo di esplorazione delle modalità comportamentali oltre i limiti consentiti dal principio del piacere, della successione delle fasi del processo di sensibilizzazione di alcune zone del corpo (che Freud chiamò erogene) che costituiscono nella prima infanzia la fondamentale rete informativa su cui si innestano le connessioni istintuali, del modo di sviluppo, connesso a complessi processi neuro-ormonali, degli impulsi sessuali, dell'intelligenza (variabile per intensità e tipo), infine della forza fisica e del fascino sessuale, che condizionano il comportamento del gruppo e quindi indirettamente la risposta caratteriale.

L'esistenza di tanti fattori variabili di origine genetica condizionanti la formazione caratteriale determina una variabilità caratteriale così estesa da apparire addirittura eccessiva ai soli fini della determinazione della massima capacità estrattiva di negentropia del sistema, pur tenendo conto che essa persegue finalità non solo di stratificazione di forze, ma anche di una più ampia specializzazione funzionale in cui tale stratificazione in definitiva rientra.

La sola giustificazione possibile della strutturazione genetica di tanti campi di

forze sovrapposti operanti nella formazione della struttura caratteriale è nella possibilità, che così essa permette, di adeguamenti e mutamenti nel flusso di negentropia, cioè nelle condizioni di sfruttamento della nicchia. La strutturazione di tanti elementi potenziali di sviluppo di stratificazioni di forze permette infatti una estrema flessibilità della struttura organizzativa che impone peraltro, per la sua attuazione, l'importanza discriminante dell'esperienza ontologica.

La scoperta dell'estrema importanza degli elementi di origine genetica non porta quindi, nell'ambito della teoria psicocibernetica, a sottostimare l'esperienza ontologica nella formazione caratteriale. Anzi essa sottolinea la sussistenza, anche una volta formata la struttura istintuale dell'individuo attraverso l'interazione di elementi filogenetici ed ontologici, di una ulteriore flessibilità, pur essa variabile da individuo a individuo. consistente nella capacità di amplificare o reprimere determinati impulsi in base a complesse interazioni fra le strutture di amplificazione secondaria ed i circuiti "simulativi" in cui si verificano i processi di pensiero.

Nella teoria psicocibernetica gli impulsi sono considerati flussi di energia che attraversano una estesa stratificazione di connessioni cerebrali di differente rigidità con strati iniziali, in cui il flusso di energia nasce o si spegne, connessi con gli elementi di raccolta delle informazioni sensorie e strati finali connessi con gli elementi che definiscono le modalità comportamentali.

È particolarmente importante, per la determinazione del percorso seguito dal flusso di energia che costituisce l'impulso, e quindi per lo sviluppo di modalità comportamentali che permettano la formazione delle diversità gerarchiche nel gruppo, la variabilità del rapporto quantitativo fra i fondamentali processi psicologici di proiezione e introiezione che viene fatta risalire alla variabilità del gradiente di irrigidimento delle connessioni o memorie. La direzione assunta dal flusso di energia in ogni stratificazione di connessioni è in sostanza definibile attraverso un vettore che ha una componente estroversa o proiettiva e una componente introversa o introiettiva.

Tali componenti non sono altro che l'espressione, al livello del sistema psichico, di meccanismi generali di interazione sistemica. In particolare la componente estroversa rappresenta la retroazione di massa, costituita da una forza di reazione alla sollecitazione esterna diretta verso l'esterno del sistema reagente mentre la componente introversa tende a realizzare una retroazione

di forma, costituita da una forza di reazione "attrattiva", cioè agente su ambedue i sistemi che interagiscono così che essa, nell'ottica del sistema reagente, ha un contenuto passivo oltre che attivo. Nel capitolo secondo abbiamo anche mostrato come la collaborazione fra la retroazione di massa e la retroazione di forma sia necessaria per determinare la massima velocità di convergenza verso le condizioni regolatorie nei sistemi flessibili.

Ora, le conclusioni generali che abbiamo tratto circe le dimensioni e le funzioni della variabilità caratteriale umana involvono, nel più specifico ambito delle componenti estroversa ed introversa dell'impulso sociale, una estrema variabilità fra gli individui e fra le stratificazioni cerebrali sia del valore del rapporto fra le due componenti che della sua rigidità che decresce passando dalle stratificazioni istintuali riconoscitive a quelle comportamentali.

Ai fini di una prima analisi del complesso problema inerente gli effetti della variabilità individuale degli impulsi sulla struttura dell'organizzazione sociale non ci sembra abbia molta importanza la variabilità del rapporto fra le componenti estroversa ed introversa esistente nell'ambito delle connessioni iniziali, riconoscitive, se cioè l'impulso sociale nasca con una prevalente componente attiva, come bisogno di dominio, o con una prevalente componente passiva, come bisogno di essere amato.

Sarà sufficiente definire "bisogno di importanza" o "bisogno di avere" l'impulso sociale nelle stratificazioni iniziali e classificare gli impulsi cui può dar luogo tale bisogno secondo il percorso seguito nelle stratificazioni finali, meno rigide, che contengono le modalità comportamentali. Distingueremo quindi un impulso con modalità comportamentali aggressive, dominatorie, che accompagna la componente estroversa e che, in relazione al bisogno di avere che tende a soddisfare potremo anche chiamare "predatorio" e un impulso con modalità comportamentali del dare, di amore, che accompagna la componente introversa e che, in relazione al bisogno di avere che tende a soddisfare potremo anche chiamare di "scambio".

La diversità individuale nei rapporti fra componenti predatorie e di scambio si traduce, ovviamente, in potenziale stratificazione gerarchica.

Cionondimeno, può nascere della sofferenza, connessa ad una insoddisfazione dell'impulso, in alcune stratificazioni caratteriali della società, a causa della necessità di realizzare rapporti di competizione predatoria o di scambio diversi da quelli corrispondenti alla struttura degli impulsi.

Ciò può accadere in quanto le condizioni della realtà esterna al sistema, vale a dire le condizioni di sfruttamento della nicchia, impongano una struttura dei disequilibri sociali differente da quella che da luogo al livello minimo della tensione sulla base delle condizioni imposte dalla eredità genetica, sia pure nell'ambito della flessibilità consentita dall'apporto ontologico alla formazione degli impulsi.
È necessario quindi indagare come le necessità esterne al sistema ne possano condizionare la struttura.
L'intensità del disequilibrio delle forze agenti nel sistema, cioè la dimensione dei disequilibri sociali, corrispondente ad una determinata condizione di sfruttamento della nicchia, viene determinata attraverso un meccanismo scoperto dalla teoria psicocibernetica applicando più generali formulazioni della teoria delle interazioni informative.
Applicando la teoria degli estremi vincolati di Lagrange alle condizioni di equilibrio degli impulsi si dimostra che la realizzazione di una "ottimizzazione non lineare" richiede un'amplificazione degli impulsi (chiamata "secondaria" in quanto gli stessi impulsi sono costituiti da un'amplificazione "primaria" di determinate sollecitazioni sensorie) che deve essere del livello massimo possibile, con limiti determinati dalla realtà esterna per effetto di "retroazione negativa" (cfr. il capitolo quinto).
In sostanza, l'impulso sociale non può trovare in se stesso i propri limiti. In assenza di una sofferenza di origine esterna, provenga essa dalla realtà esterna al corpo sociale o dalla realtà esterna all'individuo, l'impulso predatorio non termina che nell'azzeramento semantico dell'oggetto. Viceversa, in assenza di una sofferenza proveniente dalla realtà esterna all'individuo, l'impulso di amore comporta una identificazione totale nell'oggetto.
Condizioni diverse si ottengono quando i due impulsi sussistono in rapporti variabili, come è nella generalità dei casi. Se l'impulso predatorio è prevalente sull'impulso di scambio, la piena soddisfazione del primo comporta l'amplificazione del secondo che però è sempre condizionata alla piena soddisfazione del primo.
Viceversa, se l'impulso di scambio è prevalente sull'impulso predatorio, la piena soddisfazione del primo comporta l'amplificazione del secondo, sempre condizionata alla piena soddisfazione del primo.
Ciò apparirà più chiaro nel successivo sviluppo di questo studio, quando esa-

mineremo la funzione svolta, ai fini di permettere la sussistenza di tali condizioni di soddisfazione contemporanea delle due componenti dell'impulso sociale, dalle connessioni illusorie.

La scoperta che la realtà esterna non ha un effetto diretto sulle condizioni di disequilibrio, ma inverso, come retroazione regolativa di una condizione di partenza di massimo disequilibrio, porta alla sconcertante conclusione che, quanto più l'uomo si sottrae alla dipendenza dalla nicchia, cioè alla violenza esterna al sistema, tanto più si sottopone alla violenza interna.

Nelle condizioni in cui si è sviluppata la struttura degli impulsi sociali che ancora oggi è patrimonio dell'uomo, cioè nei gruppi associati per lo svolgimento dell'attività di caccia, la condizione proveniente dalla realtà esterna che impediva il superamento dei limiti ottimali, ai fini dello sfruttamento della nicchia, del disequilibrio delle forze, era costituita dall'importanza vitale di ogni membro del gruppo ai fini della sopravvivenza dell'insieme, importanza che impediva il deterioramento eccessivo, nei suoi confronti, del rapporto di scambio.

Oltre un certo limite, il deterioramento del rapporto di scambio avrebbe infatti comportato, in chi lo avesse subito, modificazioni comportamentali che ne avrebbero ridotto le capacità collaborative al punto da compromettere in maniera insostenibile per il gruppo l'efficienza dell'attività di sfruttamento della nicchia (così come la riduzione della tensione collaborativa avrebbe comportato un deterioramento del rapporto di scambio in maniera insostenibile per l'individuo).

Tale condizione di indispensabilità di ogni componente del gruppo ai fini della sopravvivenza dell'insieme è crollata rapidamente, in tempi che non hanno consentito adeguamenti genetici, con la scoperta della metallurgia e dell'agricoltura, che hanno permesso di trarre dal lavoro di un uomo il sostentamento di molti uomini.(1)

Tali scoperte, seppure inizialmente hanno allargato l'area di libertà dai bisogni alimentari dell'uomo, hanno però ridimensionato il più importante mezzo di contenimento del deterioramento del rapporto di scambio nei con-

(1) Si noti, a tal proposito, e con riferimento all'oscillazione pendolare dell'entropia dimostrata nel primo capitolo, come, seppure la formazione iniziale dell'ordine procede per quantitativi infinitesimi, oltre certi limiti, nella fase di avvicinamento al baricentro che precede la sua distruzione catastrofica, la sua crescita assume caratteristiche esponenziali.

fronti dei caratteri più deboli, costituito dalla loro indispensabilità come produttori del fondamentale bene della sopravvivenza collettiva, mentre anche la libertà dai bisogni alimentari è stata ridimensionata dall'aumento della popolazione che le maggiori disponibilità alimentari hanno reso possibile.
Nell'attuale civiltà, che soffre per l'estremo isolamento della coppia o addirittura dell'individuo, è difficile che venga ben compresa la sofferenza che nasce in più ampi gruppi in assenza di mezzi di contenimento del deterioramento del rapporto di scambio da parte della realtà esterna.
Ove non esistesse alcun mezzo di contenimento del deterioramento del rapporto di scambio, lo sviluppo dell'impulso predatorio sarebbe, come sappiamo, privo di limiti, cosicchè terminerebbe solo con il completo annientamento, in termini di importanza e di ricezione di affettività e di beni da parte del gruppo, dei componenti più deboli.
Il deterioramento del rapporto di scambio nei confronti dei caratteri più deboli costituisce d'altra parte, per costoro, una condizione esterna di maggior dolore che, oltre certi limiti, variabili da individuo a individuo, porta a indirizzare l'energia di amplificazione secondaria in senso repressivo dell'impulso di amore e amplificatorio dell'impulso predatorio; si determinano così condizioni che portano a strutturare mezzi di contenimento interni al sistema che, ovviamente, operano in strutture sociali in cui l'impulso aggressivo ha più spazio dell'impulso di amore e conseguentemente il livello di insoddisfazione e sofferenza delle stratificazioni più deboli in cui, in assenza di una struttura repressiva, dominerebbe l'impulso di amore, è assai più alto.
Secondo la teoria psicocibernetica, la repressione degli impulsi porta ad un innalzamento della tensione psichica di equilibrio. Oltre certi limiti della tensione essa porta ad una condizione di "depressione", vale a dire all'"introversione" delle cariche istintuali che comporta l'amplificazione della componente introversa degli impulsi, che raggiunge così stratificazioni più profonde nel cui ambito determina la modificazione di modalità comportamentali e la sperimentazione di programmi "introversi" che possono portare alla strutturazione di connessioni di scarico. In caso contrario permane la condizione di innalzamento tensionale e, se la tensione cresce ancora, si verifica un ulteriore approfondimento della componente introversa.
Ai più alti livelli tensionali (che possono essere raggiunti non solo per condizioni obiettive di frustrazione degli impulsi, ma anche per la mancata strut-

turazione, nel periodo infantile, di adeguate canalizzazioni di scarico attraverso cui vengono fissate le modalità comportamentali aggressive e di amore) l'energia di supporto degli impulsi o confluisce sulla componente estroversa, di cui determina un'amplificazione anomala (situazione maniacale) o imbocca una canalizzazione di fuga (situazione depressiva) cui, abbiamo dato il nome, nell'ambito degli impulsi sociali, di impulso di morte. Sono anche possibili situazioni di alternanza delle due modalità di sbocco.
Abbiamo anche visto come tali condizioni estreme siano capaci di risolvere i problemi di sovraffollamento della nicchia: non interessa però, ai nostri fini, sviluppare l'analisi di tali modalità estreme di soluzione del problema della regolazione dei disequilibri, che passano attraverso la distruzione e la morte. Ci interessa invece rilevare come la condizione di sovraccarico tensionale renda l'individuo aperto ad alternative raggruppative che gli consentano una migliore condizione di equilibrio degli impulsi, lo pone cioè in una condizione che potremmo definire "prerivoluzionaria".
Se tali alternative raggruppative esistono, lo spostamento nel nuovo gruppo determina una condizione di scarico tensionale. Ciò è particolarmente possibile se il nuovo gruppo è allo stato nascente, di "movimento", per l'esistenza di ampie possibilità di scarico in connessioni illusorie.
L'importanza di tali connessioni sul piano dell'organizzazione sociale e, più in generale, sul piano dei rapporti interpersonali, è enorme, cosicchè appare necessario richiamarne brevemente il significato.
Esiste, nell'organizzazione del cervello, la possibilità di realizzare scarichi tensionali attraverso linee di connessione, dette appunto "illusorie" fra gli impulsi cui danno luogo determinate informazioni sensorie e le strutture sensorie capaci di determinare lo scarico, che vengono così sollecitate dall'interno del sistema psichico.
La possibilità di connessione esiste lungo tutto il percorso dell'impulso attraverso le stratificazioni cerebrali, cosicchè le connessioni illusorie non si distinguono dalle connessioni indotte dalle sollecitazioni provenienti dalla realtà se non per il minor livello tensionale del flusso energetico a parità di rigidità delle connessioni.
In conseguenza di tale minor livello tensionale esse vengono distrutte dai flussi energetici provenienti dalla realtà che attraversino, con diversa direzio-

nalità, le stesse stratificazioni, ma non da quelli che attraversino stratificazioni più labili che hanno la possibilità di modificare le connessioni illusorie esistenti nelle stratificazioni più rigide solo entro determinati limiti, peraltro dipendenti ancora dal gradiente di irrigidimento delle stratificazioni di connessioni e quindi dalla dimensione della componente introversa dell'impulso.
La teoria psicocibernetica giunge alla determinazione della necessità delle connessioni illusorie sulla base di considerazioni cibernetiche, relative alla necessità di strutturare collegamenti (che nelle forme più labili rappresentano i processi di pensiero) fra i vari gruppi di informazioni disponibili, onde giungere all'utilizzazione massima della quantità di informazione contenuta nel sistema. L'esistenza di un ampio scarico di energie attraverso le connessioni illusorie mostra, peraltro, come sia più importante, ai fini dell'organizzazione ottimale delle risorse informative, che esista comunque una struttura di connessioni (equivalente ad una teoria) sia pure costituita da connessioni cosidette "deboli", piuttosto che si verifichi una condizione di disgregazione della struttura delle informazioni connessa al crollo delle connessioni illusorie.
L'innalzamento notevole della tensione di equilibrio, cioè lo sviluppo di dolore che si avrebbe in assenza delle connessioni illusorie giustifica la difesa che la psiche fa di esse. La struttura delle connessioni illusorie equivale comunque ad un filtro fra l'uomo e la realtà così che è possibile non accorgersi, cioè non recepire sul piano logico, cosciente, della violenza o illudersi di essere amati fintanto che la contraddizione con la realtà non si esprime attraverso il superamento di determinati livelli della tensione (cosa che accade in corrispondenza di valori del rapporto di scambio variabili a seconda delle caratteristiche istintuali dell'individuo). E vi sono anche delle connessioni illusorie, quali quelle religiose, che resistono a qualsiasi livello della tensione. Sono infine sempre le connessioni illusorie a permettere la soddisfazione contemporanea, senza contraddizione, degli impulsi dominativi e di amore.
Tornando alle condizioni di sovraccarico tensionale dovuto alla repressione dell'impulso sociale, rileviamo che la partecipazione ad un movimento rende possibili connessioni illusorie di scarico che sfuggono all'azione distruttrice della realtà non per la loro rigidità ma per effetto di un meccanismo di proiezione temporale, cioè di spostamento ad un tempo futuro, in cui sarà realizzata la nuova organizzazione sociale, della possibilità di verifica.
La soluzione del problema del sovraccarico tensionale attraverso la partecipa-

zione ad un movimento comporta quindi l'instaurazione a livello collettivo di una condizione di rivoluzione permanente che rende instabile l'organizzazione sociale ed accresce la quantità di violenza esistente nel sistema, con effetti di retroazione repressiva che accresce la quantità di dolore e logora gli scarichi illusori.

Risulta pertanto obbligato l'imbocco di un'ulteriore alternativa, costituita dall'associazione con un solo individuo di sesso diverso, cioè dall'innamoramento, sul quale occorre quindi soffermarci.

Secondo la teoria psicocibernetica (cfr. il precedente capitolo) al superamento di determinati livelli del sovraccarico tensionale esso determina l'amplificazione della componente introversa dell'impulso, condizione definita depressiva, raggiungendo così stratificazioni istintuali più profonde e rigide, nell'ambito delle quali si possono quindi strutturare connessioni illusorie di scarico.

Onde caratterizzare tali differenti stratificazioni istintuali, rileviamo che per "impulso sociale" abbiamo inteso l'insieme delle strutture istintuali rivolte verso i componenti del gruppo. Suddividiamolo adesso in "impulso sociale omosessuale" ed "impulso sociale eterosessuale".

Per impulso sociale omosessuale non intendiamo, come è evidente dallo sviluppo dello studio, un impulso sessuale diretto verso gli individui dello stesso sesso, ma l'insieme degli impulsi diretti verso gli individui dello stesso sesso, abbia esso o meno una componente sessuale. La differenziazione fra impulsi sociali omosessuale ed eterosessuale è anzi imposta proprio dalla diversa importanza che hanno nei due casi, almeno nella maggioranza degli individui, le componenti sessuali che rendono l'impulso più forte e con modalità comportamentali più rigide.

L'innamoramento costituisce, appunto, lo sbocco illusorio della introversione delle cariche istintuali, cioè delle condizione depressiva, nell'ambito di un rapporto eterosessuale individuale (cfr. anche Alberoni: Innamoramento e Amore, Garzanti, 1982).

Esso, in una condizione di accesa competitività sociale, che limita le possibilità di risposta ad una offerta di scambio, è più facilmente realizzabile se i partners si trovano in analoghe condizioni depressive.

Ora, la richiesta di "importanza" nella quale abbiamo identificato la richiesta di amore, non sembrerebbe soddisfacibile da un altro individuo "non importante", debole, che si trovi in analoghe condizioni depressive.

Cionondimeno, se il partner ha la possibilità di scaricare importanti complessi di impulsi (e, data la struttura complessa della caratteriologia umana, l'esistenza di tale condizione di "potere" nell'ambito di alcune strutture istintuali, ad esempio quelle sessuali, non è in contraddizione con l'esistenza di condizioni di debolezza in altre strutture e, più in generale, con una condizione complessiva di depressione) ne sussiste un'importanza obiettiva, che può essere enormemente accresciuta dalla strutturazione di connessioni illusorie. Data la fragilità delle connessioni illusorie in esso implicate nei confronti della realtà, l'innamoramento è, per sua natura, un avvenimento transitorio (persino la dea Calipso non riuscì a farlo durare più di sette anni) la cui durata poggia soprattutto sull'esistenza di scarichi reali degli impulsi (cioè sugli apporti di potere reale connessi all'instaurazione del rapporto di scambio, come vedremo rafforzati da apporti sociali nell'istituzione del matrimonio e della famiglia) nonchè sulla persistenza di condizioni depressive come unica alternativa (che potrebbe essere distrutta dalla realizzazione di condizioni di soddisfazione della componente estroversa, cioè dal raggiungimento di un potere sociale).

Ma la condizione che rende l'innamoramento un fenomeno estremamente importante dal punto di vista sociale è costituita dal fatto che, finchè sussiste, esso comporta una repressione estrema degli impulsi di amore rivolti all'esterno della coppia, condizione questa coerente con la carenza delle possibilità di soddisfacimento dovuta allo svilupparsi degli impulsi predatori nel corpo della società e che esclude anche la partecipazione a movimenti rivoluzionari, con i connessi effetti destabilizzanti.

La spiegazione di tale "esclusività" dell'oggetto di amore nella condizione di innamoramento è nell'amplificazione che l'ingente quantità di dolore connessa allo stato depressivo determina in alcuni meccanismi di formazione di connessioni illusorie che sono sempre connessi alla condizione di amore.

La condizione di amore tra due partners permette l'acquisizione illusoria di una condizione di "importanza" nei confronti degli altri componenti del gruppo. Ciascuno dei partners si sente in una condizione di "potere", dominativa, nei confronti del partner e si sente, contemporaneamente, da lui amato. Ha così la possibilità di soddisfare contemporaneamente la componente estroversa e la componente introversa del bisogno di importanza, cioè dell'impulso sociale. Ciò favorisce l'apporto di amore, cioè di importanza, al partner

nei confronti degli altri, perchè in tal modo si rialza automaticamente il proprio livello di importanza nei confronti del gruppo. Si verifica cioè un processo di amplificazione semantica reciproco, descritto per la prima volta da Stendhal e che, in termini cibernetici, costituisce un processo a retroazione positiva. È soprattutto importante sottolineare, ai nostri fini, come il rapporto di amore a due trovi la sua molla amplificativa inconscia nella realizzazione illusoria di una più confacente posizione di ruolo, cioè di un innalzamento semantico, di entrambi i partners, *in cui è implicito il raffronto nei confronti del gruppo.*
Ora, se uno dei partners, che indichiamo con A, entra in rapporto di amore, che implica il conferimento di importanza, con un terzo, che indichiamo con C, ne alza automaticamente l'importanza nei confronti dell'altro partner, che indichiamo con B, in virtù dell'importanza ormai acquisita da A nei confronti di B, che ne fa per questi una misura di valori. Si determina così un raffronto fra B e C che, se C non è in rapporto di amore con B, e cioè semplicemente "uno del gruppo" equivale al rialzo di importanza del gruppo nei confronti di B e quindi ad una riduzione di quest'ultimo che fa crollare l'edificio di connessioni illusorie su cui è basato il soddisfacimento del bisogno di importanza di B (con conseguente rialzo tensionale depressivo o aggressivo).
L'edificio di connessioni illusorie può invece permanere, e la nuova situazione può anzi dar luogo alla soddisfazione di un maggior quantitativo di impulsi, se C è in rapporto di amore con B (così non contraddicendo il bisogno di essere amato di B) e questi possa, inoltre, considerare il rapporto di A con C come "subordinato" al proprio (così non contraddicendo il bisogno dominativo di B).
La realizzazione di una struttura di rapporti multipli di amore in un gruppo di dimensioni più ampie della coppia, con conseguente maggior scarico tensionale complessivo, è quindi possibile. Non è però possibile realizzare in esso quell'esaltazione paranoica delle connessioni illusorie dovuta all'introversione dell'impulso sociale frustrato che costituisce l'innamoramento. In un gruppo si forma necessariamente, per il confluire in esso di una varietà di caratteri e di impulsi di diversa rigidità, intensità e rapporto fra componenti predatorie e di scambio, una struttura gerarchica il cui semplice manifestarsi costituisce occasione di "raffronti" incompatibili con l'estrema esaltazione illusoria della propria importanza.
Il verificarsi di un simile evento, costituito, in sostanza, da una disillusione

sulla struttura dei rapporti di scambio, è assai facile in un gruppo ma impossibile nella coppia ove, esistendo una sola linea di rapporti interpersonali, non possono verificarsi "raffronti interni".
La condizione di innamoramento è quindi possibile nella coppia, ove essa è sottoposta alla lenta usura dei raffronti "esterni", delle verifiche del rapporto di scambio nel comportamento reattivo agli stimoli della realtà, nonchè alle modificazioni delle condizioni individuali di soddisfazione degli impulsi sociali, ma non alle brusche distruzioni operate nei raffronti "interni".
Nella condizione di innamoramento sono assolutamente impossibili rapporti di amore non esclusivi, di estrema chiusura della coppia, in virtù della particolare sopravalutazione del partner e quindi della dimensione del proprio senso di importanza legato alla scelta esclusiva e selettiva del partner, che assume aspetti maniacali. Il giudizio di raffronto con terzi per effetto di "aperture" del partner sarebbe sempre ridimensionativo della propria importanza in maniera insostenibile. E sarebbe anche insostenibile il giudizio ridimensionativo del partner connesso a proprie "aperture", giacchè il partner perderebbe quelle caratteristiche di estrema eccezionalità che lo fanno preferire a tutti e che giustificano l'immenso apporto di importanza da lui ricevuto.
In definitiva, l'innamoramento consente la fuoriuscita dalla condizione depressiva dovuta alla frustrazione dell'impulso sociale attraverso la costruzione di una imponente struttura di connessioni illusorie di scarico dell'impulso represso che costituisce, in fondo, una fuga dalla realtà. Tale struttura di connessioni illusorie, pur essendo fragile nei confronti della realtà, lo è assai meno di quelle realizzabili in altre possibili forme aggregative perchè esclude le brusche verifiche di raffronto che possono far crollare le connessioni illusorie, raffronto che richiede almeno un rapporto a tre.
Poichè la fuoriuscita dallo stato depressivo dovuta all'innamoramento è ottenuta pur mantenendo e anzi rafforzando la repressione dell'impulso sociale di amore diretto verso l'esterno della coppia imposta dal maggior sviluppo sociale degli impulsi predatori e quindi escludendo il trasferimento di tale impulso su elementi rivoluzionari, è comprensibile come la risposta collettiva di minimo dolore ad una condizione generalizzata di frustrazione dell'impulso di amore sia consistita nello sforzo di prolungare la condizione di innamoramento. Ciò rafforzando con imposizioni sociali le repressioni istintuali cui l'innamoramento dà luogo, creando vincoli patrimoniali ed economici, aumen-

tando gli apporti di potere connessi alla formazione della coppia monogamica chiusa, facilitando attraverso diretti apporti di disprezzo, equivalenti alla riduzione di importanza, il rientro in fase depressiva alla sua rottura, così privandola di alternative o, quanto meno, rendendo queste ultime più dolorose.
Le caratteristiche di soluzione ottimale, indotta dalla tendenza degli impulsi al minimo dolore, o principio del piacere di Freud, di tale sbocco del processo di assimilazione dei nuovi disequilibri indotti dal mutamento delle condizioni di sfruttamento della nicchia è meglio apprezzabile se esaminiamo le condizioni cui danno luogo le possibili alternative.
Come abbiamo avuto occasione di illustrare, l'introversione paranoica dell'impulso sociale frustrato nell'ambito di un gruppo più ampio della coppia, cioè l'innamoramento multiplo, non è possibile. È invece possibile un rapporto di amore multiplo, tant'è che la sua esistenza corrisponde ad una struttura degli impulsi quale si è determinata in centinaia di migliaia di anni di vita associata. Abbiamo però anche visto come la realizzazione di una struttura di rapporti multipli di amore nel gruppo sia legata allo sviluppo di una rete complessa di rapporti interpersonali non facilmente raggiungibile casualmente e comportante una condizione di equilibrio degli impulsi assai instabile.
Tale condizione poteva essere realizzata e mantenuta nei gruppi associati per l'attività di caccia in virtù di un lento processo di assestamento dei rapporti interpersonali che in questi gruppi si verificava e poteva poi essere modificata lentamente, nel ricambio generazionale, attraverso processi di innalzamento e riabbassamento tensionale di lungo periodo, mantenuti entro limiti non distruttivi, finchè la lotta per la sopravvivenza del gruppo è stata feroce, dall'immediata retroazione regolativa della realtà al deterioramento della condizione di equilibrio, retroazione che imponeva la repressione degli impulsi dominativi e consentiva così la sopravvivenza delle connessioni illusorie. È anzi plausibile che l'estrema sensibilità dell'equilibrio degli impulsi al deterioramento dei rapporti di scambio sia stata una importante acquisizione positiva del processo evolutivo, volta a mantenere la "tensione" della struttura collaborativa necessaria in difficili condizioni di lotta per la sopravvivenza.
Si deve però ritenere che, già in condizioni pre-agricole, quando il progresso organizzativo o l'abbondanza e la facilità della caccia resero meno feroce la lotta per la sopravvivenza e dall'orda primitiva si passò alla tribù, la minore

capacità di regolazione degli impulsi aggressivi da parte della realtà abbia portato a disillusioni collettive dell'impulso di amore, con rottura dell'equilibrio degli impulsi.
Il verificarsi di un simile evento comporta l'instaurazione di una condizione di sovraccarico tensionale che, come abbiamo già mostrato, pone gli individui in cui si verifica in condizione "pre-rivoluzionaria", cioè aperta allo spostamento dell'impulso di amore in nuovi raggruppamenti che diano luogo ad un più soddisfacente equilibrio degli impulsi.
Lo spostamento degli impulsi di amore sugli elementi potenzialmente rivoluzionari, cioè su elementi che non detengono il potere, ma tendono a pervenirvi, con la necessaria struttura caratteriale estroversa, soddisfa queste esigenze di maggior soddisfazione degli impulsi di amore in quanto la necessità della coesione collaborativa per la conquista del potere induce tali elementi a reprimere la manifestazione degli impulsi dominativi nell'ambito del nuovo raggruppamento.
La flessibilità degli impulsi predatori giuoca qui un importante ruolo, simile a quello giuocato nel mantenimento della condizione collaborativa in difficili condizioni di sfruttamento della nicchia. La teoria psicocibernetica ci mostra come l'individuo estroverso, tendente ad un rapporto dominativo, abbia una estesa capacità di accettare in via tattica rapporti di scambio in vista di finalità strategiche, anche inconsce, di alternativa di potere. Tale capacità è addirittura superiore a quella della maggior parte degli individui introversi in cui lo scambio, corrispondendo a necessità istintuali e non razionali, non sopporta deterioramenti eccessivi del rapporto fra l'avere e il dare.
D'altra parte, lo spostamento degli impulsi di amore sugli elementi rivoluzionari rende possibile estese connessioni illusorie di scarico degli impulsi di amore che utilizzano la proiezione temporale della verifica al momento in cui il potere sarà stato acquisito. Il rapporto gerarchico può così essere vissuto come rapporto di amore, quindi con riduzione della competitività interna e maggior efficienza operativa.
Lo spostamento, da parte di un'ampia quota di componenti del gruppo degli impulsi di amore sugli elementi potenzialmente rivoluzionari conferì in definitiva a questi ultimi una enorme forza ed il risultato fu certamente la liberazione di cariche aggressive di rilevante entità che portarono alla sostituzione traumatica dei detentori del potere cui seguì peraltro, subito dopo, ricostitui-

tasi la condizione di carenza di ostacoli all'esercizio degli impulsi predatori e non sussistendo più la possibilità di proiezione temporale della verifica, una nuova cocente disillusione.
Di simili avvenimenti vi è la dimostrazione nello studio "Totem e Tabù" di Freud, sia pure senza un'adeguata spiegazione, giacchè quella fornita, di peccato primordiale di uccisione del padre, non presenta le caratteristiche di stringente necessità logica ed è, tutt'al più, accettabile come ipotesi indiziaria in assenza di più approfonditi mezzi di indagine. Tale intepretazione freudiana fu dovuta, molto verosimilmente, alla mancata considerazione della connessione fra le condizioni di sollecitazione degli impulsi e le condizioni di sfruttamento della nicchia che consente una precisa collocazione temporale di simili avvenimenti anzichè farne quasi un archetipo, una necessità psicologica atemporale il cui senso evolutivo sfugge. E fu anche dovuta alla considerazione di un ruolo genitoriale nell'evoluzione psicologica del bambino (che si manifesta nel complesso di Edipo) le cui ampie dimensioni sono la conseguenza della cultura patriarcale e non possono pertanto precederla.
In termini di analisi psicocibernetica, tali avvenimenti rappresentarono la liberazione improvvisa di violenza connessa all'usura delle connessioni illusorie, permessa dall'allargamento dei limiti di controllo regolativo degli impulsi dominativi da parte della realtà e dalla presenza di adeguati poli di aggregazione dello scontento.
Non vi è dubbio che lo shock conseguente all'alternarsi di massacri e delusioni abbia portato ad imporre limiti, divieti e regolamentazioni dei rapporti interpersonali, con conseguenti repressioni degli impulsi, già molto prima del verificarsi della rivoluzione agricola.
La differenza fra le condizioni di organizzazione tribale pre-agricola e l'organizzazione post-agricola è solo di grado, giacchè mentre nell'organizzazione tribale l'individuo conservava una notevole importanza per la produzione dei beni ed erano quindi possibili ancora ampi rapporti di scambio, nella condizione post-agricola l'importanza dell'individuo nella produzione dei beni è crollata.
È difficile, e peraltro di scarsa utilità, individuare nei dettagli il processo di trasformazione dei rapporti interpersonali che ha portato all'instaurazione della moderna civiltà patriarcale, fondata sul matrimonio e la famiglia.
È estremamente probabile che la condizione di repressione degli impulsi di

amore connessa allo sviluppo degli impulsi dominativi e i traumi conseguenti all'alternarsi ripetuto di massacri e delusioni, accompagnati dallo sviluppo di sensi di colpa, abbiano determinato in molti individui una condizione depressiva che, del tutto naturalmente, abbia condotto all'innamoramento. La successiva constatazione che tali individui divenivano nuclei di pacificazione e stabilità sociale è una ragione sufficiente per giustificare l'instaurazione di regolamentazioni sociali volte a rafforzare e rendere più stabile la condizione di innamoramento.

È anche possibile, ovviamente, che nella organizzazione tribale, in cui i problemi di assimilazione dei nuovi disequilibri erano meno gravi che nella condizione post-agricola, il complesso di repressioni istintuali connesso alla condizione di innamoramento sia stato acquisito solo parzialmente e ciò sia stato sufficiente a stabilizzare il sistema.

Noi sappiamo, infatti, che il rapporto sessuale ha un maggior contenuto di realtà del generico bisogno sociale che, in un sistema in cui vi sia abbondanza di beni per tutti, come accadeva nelle tribù pre-agricole o nei primi tempi successivi alla rivoluzione agricola, assume l'aspetto di un bisogno rassicurativo ampiamente soddisfacibile nell'ambito di connessioni illusorie.

Le condizioni di "raffronto" che danno luogo al crollo delle connessioni illusorie e ai conseguenti fenomeni di destabilizzazione si sviluppavano quindi prevalentemente, nelle tribù primitive, nell'ambito dei rapporti sessuali che consentono il manifestarsi di preferenze e di controllare concretamente la dimensione del rapporto fra componenti dominative e di scambio del proprio rapporto con il gruppo e quindi il proprio livello di importanza.

Ciò può aver comportato la semplice ed evidente constatazione, confermata dalla stabilità del rapporto esclusivo di innamoramento, che le condizioni di destabilizzazione avevano la loro origine nei rapporti multipli di amore e, più precisamente, nella libertà di scelta, o quanto meno di preferenza, che in essi necessariamente sussisteva e attraverso la quale si determinava la possibilità di raffronto e di disillusione, senza che fosse ovviamente possibile comprendere come in realtà partissero dalle migliorate condizioni di sopravvivenza e dal conseguente non ostacolato dispiegarsi degli impulsi dominativi che le scelte sollecitava o non contrastava.

Ciò può aver portato, abbastanza naturalmente, ad una regolamentazione dei rapporti sessuali volta a limitare la libertà di scelta, e più ancora di variazione

di una scelta iniziale della femmina, attraverso l'instaurazione di un rapporto dominativo, di possesso, del maschio.
Tale rapporto dominativo, naturalmente, non nasce in questa occasione, ma in questa occasione si rafforza e si istituzionalizza. Come ha mostrato anche Mead, infatti, le strutture sociali non si forgiano creando vincoli non esistenti nella caratteriologia umana, ma assumendo a modello una particolare struttura caratteriale e per ciò stesso limitando la manifestazione della variabilità caratteriale.
Se ci si riferisce agli aspetti medi o più frequenti della caratteriologia del maschio e della femmina, facendo astrazione dalla variabilità caratteriale, risulta allora evidente che nel maschio sussistono condizioni comparative nei confronti della femmina, anche di forza fisica, che determinano il prevalere di diretti impulsi dominativi, laddove il fascino esercitato dalla femmina costituisce un campo di forza di tipo attrattivo che porta ad un dominio indiretto, sulla volontà del partner, che soddisfa il bisogno protettivo, di essere amati. Si può anzi affermare che è proprio tale bisogno protettivo che rende la femmina estremamente sensibile ai rapporti di forza, di potere fra i maschi e la spinge così ad esercitare quelle preferenze che tanta importanza hanno, come abbiamo visto, nel rompere gli equilibri mantenuti dalle connessioni illusorie.
L'instaurazione di una condizione di dominio da parte del maschio, che assume l'aspetto di un ruolo sociale, non esclude, ma anzi facilita, lo sviluppo di impulsi di amore nei maschi introversi. In tali individui, accanto al bisogno di dominio dell'altro sussiste, in misura notevole, il bisogno passivo di essere amato dall'altro, di riceverne protezione e l'impulso di amore rappresenta una modalità comportamentale preferenziale per la soddisfazione del bisogno di importanza. Nella maggioranza di tali individui la modalità comportamentale di scambio è così rigida, nell'ambito sessuale, da esserne impossibile una modifica sostanziale. In questi individui si verificano scarichi tensionali particolari solo come premio ad una specifica modalità di svolgimento del rapporto, modalità che prevede appunto la realizzazione, solo psichica, di uno scambio, che non può essere impedito. In assenza delle condizioni per il verificarsi di un rapporto di amore, viene distrutto il rapporto sessuale.
Esso richiede peraltro, per non essere frustrato, la realizzazione di un determinato rapporto di scambio minimo cui corrisponde un rapporto minimo fra le componenti dominative e di amore, cosicchè, una volta che tale condizione

sia stata realizzata dall'esistenza obiettiva di condizioni di superiorità e di dominio, esso non ha ostacoli a dispiegarsi e viene anzi sottoposto ad amplificazione secondaria, dando luogo a fenomeni di identificazione, di tenerezza e di pietà (che richiede sempre la condizione di superiorità).
Analogamente, nella femmina, l'esistenza di una condizione di dominio diretto da parte del maschio non impedisce la soddisfazione di impulsi di amore, giacchè la condizione è vissuta come protettiva, nè la soddisfazione, reale o illusoria, di impulsi di dominio che si manifestano come dominio indiretto, sulla volontà del partner.
È facile però comprendere che, data la permanenza degli impulsi di amore connessa alla istituzionalizzazione di una condizione dominativo-protettiva del maschio, se ad essa non si accompagna la chiusura della coppia, la libertà di scelta della femmina riemerge automaticamente, dando luogo anzi ad effetti anche più traumatici.
Se infatti i rapporti multipli, pur in presenza di una condizione dominativa del maschio, non sono impediti attraverso la chiusura della coppia, si crea automaticamente un intreccio di impulsi dominativi e di amore nell'ambito del gruppo che ricostituisce uno spazio per la manifestazione di una libertà di scelta o preferenza da parte della femmina. In termini di teoria dei sistemi complessi potrebbe dirsi che l'aumento del numero dei componenti aumenta i gradi di libertà del sistema.
È questa enorme capacità, non "espropriabile" che ha il rapporto eterosessuale sia di imporre legami di scambio attraverso un incoercibile meccanismo psicologico che di distruggerli attraverso la verifica comparativa delle connessioni illusorie, producendo profonde ferite, che lo rende così estremamente pericoloso per la stabilità del sistema sociale.
Ma la capacità di modificare i rapporti associativi che ha l'impulso sessuale può essere "sterilizzata" limitando la sua manifestazione nell'ambito della coppia chiusa, in cui ciascuno dei partners non è esposto ad una molteplicità di rapporti con individui diversi e non può quindi esercitare alcuna azione intermediatrice di affetti, cioè realizzando una condizione simile a quella che si verifica autonomamente nella condizione di innamoramento.
A tal fine l'instaurazione di una condizione istituzionale di dominio e di possesso da parte del maschio giuoca un ruolo molto importante in quanto rialza il livello tensionale della sensazione di perdita di importanza connessa ad

aperture a terzi di iniziativa femminile.
Tale livello tensionale viene poi ulteriormente rialzato attraverso il disprezzo sociale, che implica una diretta azione riduttiva e di emarginazione dell'individuo esercitata dal corpo sociale, cosicchè in definitiva il "tradimento" del partner implica, nei confronti soprattutto del maschio a vantaggio del quale sono predisposte le canalizzazioni di scarico degli impulsi aggressivi, la fine come soggetto sociale.
In sostanza, l'instaurazione di un rapporto dominativo, di possesso da parte del maschio implica non solo il rafforzamento delle connessioni illusorie di amore, così che sussistono minori incentivi alla variazione delle preferenze in ambedue i partners, ma spinge il maschio ad esercitare il suo dominio nel senso di impedire aperture di iniziativa femminile. La chiusura della coppia determina poi come retroazione, per l'assenza di alternative, l'ulteriore rafforzamento degli scambi di amore fra i partners (cfr. il capitolo quinto).
Lo sviluppo di una condizione di dominio da parte del maschio, però, nel mentre esclude l'apertura della coppia per iniziativa femminile, non la esclude, e può anzi favorirla, per iniziativa maschile. Come abbiamo avuto occasione di mostrare, i rapporti multipli di amore presuppongono l'esistenza di impulsi omosessuali ed eterosessuali aperti, cioè volti ad una molteplicità di individui. La trasformazione della femmina in oggetto favorisce il suo scambio, che comporta apparentemente minori pericoli di raffronti per l'esistenza del rapporto dominativo, nell'ambito di rapporti omosessuali maschili.
In realtà, come abbiamo visto, lo sviluppo di rapporti di amore multipli diviene inarrestabile, con le conseguenze disequilibratrici che abbiamo avuto occasione di illustrare. Di qui nasce l'antico sogno del maschio di poter dominare non solo il corpo, ma anche l'anima della femmina, plagiandola ad una condizione esclusiva di possesso non attaccabile dalla sua esposizione a rapporti multipli oppure, giacchè ciò toglierebbe gran parte della soddisfazione ricavabile dal rapporto eterosessuale aperto, privato delle componenti di amore che implicano spostamenti del possesso dell'anima, di poterne governare e condizionare i moti, come dovevano fare i capi dell'orda primitiva, oggetti privilegiati dell'amore delle femmine. Evidentemente, ciò permetterebbe di soddisfare non solo gli impulsi dominativi, ma anche gli impulsi di amore sia eterosessuale, nella sua più ampia componente aperta, che omosessuale.

Ad ogni modo, la constatazione dei pericoli in esso nascosti ha comportato la necessità di escludere lo scambio o la comproprietà della femmina dall'ambito degli scambi possibili in un rapporto omosessuale, trasformando lo scambio da atto di amore in atto aggressivo per effetto delle sue conseguenze sulla considerazione sociale.

La presenza di componenti sessuali nell'ambito del rapporto omosessuale rende più difficile tale trasformazione dello scambio delle femmine da atto di amore in atto aggressivo, giacchè tale scambio rappresenta una modalità indiretta di soddisfazione delle componenti sessuali del rapporto omosessuale d'amore, rafforzata dalla possibilità, attraverso tale scambio, di soddisfare anche l'impulso eterosessuale aperto.

Di qui prende origine, certamente, la separazione degli impulsi sessuali dal complesso degli impulsi sociali, in modo da reprimere la sola componente sessuale dell'impulso omosessuale d'amore, trasformandone la relativa modalità comportamentale da modalità di scambio in modalità competitiva e così escludendo le sue manifestazioni dal rapporto omosessuale di amore.

Tale separazione rappresenta la più complessa operazione di retroazione regolativa della strutturazione ontologica degli impulsi indotta dalle mutate condizioni di sfruttamento della nicchia. Essa infatti è realizzata non solo attraverso l'esercizio del disprezzo sociale nei confronti della componente sessuale dell'impulso omosessuale d'amore, ma nell'ambito di un complesso condizionamento culturale che si propone di imprimere la necessaria struttura di valori attraverso insistenti attese comportamentali, con connessi meccanismi di gratificazioni e punizioni, del gruppo nei confronti dei bambini e degli adolescenti. Fondamentale, a tali fini, è la realizzazione di una differenziazione di ruolo fra i due sessi, ottenuta amplificando differenze caratteriali medie effettivamente esistenti e plasmando quindi così profondamente in senso differenziato i gusti, gli interessi, i valori, le modalità caratteriali dei due sessi da rendere difficili le possibilità di successive comunicazioni e quindi lo svolgimento di attività volte al soddisfacimento del bisogno sociale nell'ambito del rapporto eterosessuale che rimane fondamentale campo di azione degli impulsi sessuali. D'altra parte, i contenuti del condizionamento escludono la soddisfazione degli impulsi sessuali nell'ambito omosessuale (soprattutto maschile, giacchè la condizione di dominio esercitato dal maschio nell'ambito della coppia è sufficiente a chiudere la coppia dal lato femminile)

che rimane fondamentale campo d'azione degli impulsi sociali.
Come è facile rilevare, tale condizionamento culturale non è solo volto alla repressione della componente sessuale dell'impulso omosessuale d'amore, ma facilita l'instaurazione di un rapporto dominativo da parte del maschio, vissuto come ruolo sociale, e la chiusura della coppia per la eliminazione della possibilità di soddisfazione di una molteplicità di impulsi sociali nell'ambito di rapporti eterosessuali aperti.
Rileviamo, peraltro, come simile tipo di condizionamento differenziativo, volto a realizzare la separazione degli impulsi sessuali dall'insieme degli impulsi sociali, i primi soddisfacibili esclusivamente nell'ambito del rapporto eterosessuale chiuso ed il secondo esclusivamente nell'ambito del rapporto omosessuale, comporta non solo, come è ovvio, l'insoddisfazione degli impulsi che vengono repressi, vale a dire l'impulso eterosessuale aperto e la componente sessuale dell'impulso omosessuale, ma anche una parziale insoddisfazione degli impulsi la cui soddisfazione viene ammessa.
Vi è infatti una grande variabilità nel grado di eccitazione istintuale determinato da un oggetto a seconda che l'immagine di questo aderisca in misura maggiore o minore a forme interiori predeterminate. Molte di queste stratificazioni di forme interiori sono comuni al rapporto omosessuale ed al rapporto eterosessuale, cosicchè la piena soddisfazione dell'impulso sessuale è l'effetto della confluenza dell'immagine dell'oggetto "anche" e non "solo" in forme interiori particolari, rimanendo fondamentale il superamento di un determinato livello quantitativo dell'eccitazione a cui contribuiscono tutte le stratificazioni.
L'imposizione di ruoli differenziati ai due sessi rompe tale unità complessa dell'impulso sessuale che diviene un impulso più semplice perdendo una molteplicità di stratificazioni componenti. Ciò determina effetti di innalzamento del livello della tensione residua, cioè del grado di insoddisfazione, per l'impossibilità di raggiungere (salvo che nella condizione transitoria dell'innamoramento, in cui si riformano connessioni, di tipo illusorio, fra gruppi di impulsi) il livello quantitativo di eccitazione che permette la piena soddisfazione sessuale negli individui introversi in cui il rapporto interpersonale presenta maggiori intrecci fra le varie componenti istintuali, comporta maggiori necessità di scambi.
Rileviamo inoltre come, in conseguenza dell'estrema variabilità caratteriale

umana, vi sono degli individui in cui la componente sessuale dell'impulso omosessuale è così importante da rendere rigida la modalità comportamentale, impedendone la sua trasformazione da impulso di amore in impulso competitivo. Si tratta però di una minoranza di individui che può essere coercita e che non costituisce quindi un problema. Oltre tutto, tale impulso sessuale omosessuale di amore incoercibile è assai meno dannoso, ai fini della stabilità sociale, dell'impulso sessuale omosessuale d'amore a caratteristiche "non prioritarie" che conviva con un impulso sessuale eterosessuale a caratteristiche "prioritarie" giacchè è in tale ultima condizione che si manifesta maggiormente la sua capacità di indurre a rapporti multipli di amore. Si può anzi pensare che la ferocia repressiva ed il disprezzo verso gli omosessuali abbia più finalità intimidatrici nei confronti dell'impulso debole che finalità di eliminazione dell'impulso forte.

Ad ogni modo, la separazione dell'impulso sessuale, soddisfacibile esclusivamente nell'ambito del rapporto eterosessuale, dall'impulso sociale, soddisfacibile esclusivamente nell'ambito del rapporto omosessuale, con una regolamentazione che comporta una riduzione dell'importanza della femmina e della sua libertà di scelta, ma che non necessariamente assume la forma della formazione della coppia eterosessuale chiusa, costituisce quindi, molto probabilmente, la prima e fondamentale fase dello sviluppo delle regolamentazioni repressive, sufficiente, in una molteplicità di casi, a realizzare la stabilizzazione pacifica del gruppo.

È assai interessante rilevare, a convalida del discorso che andiamo conducendo sulla meccanica di interazione degli impulsi come non fosse tanto impedito il rapporto eterosessuale aperto in senso assoluto quanto il suo abbinamento ad impulsi di amore. Ne è chiara dimostrazione il diritto, esistente in alcune tribù, alla deflorazione da parte dei capi o degli stregoni, che richiama il più moderno "ius primae noctis" e più ancora l'usanza, in alcune tribù, di permettere il soddisfacimento dell'impulso eterosessuale aperto in condizioni in cui è impossibile il riconoscimento del partner, ad esempio in grotte molto buie in cui i giovani si incontrano casualmente, ed è quindi impedita la formazione di impulsi di amore, che richiama e spiega il più moderno carnevale dell'epoca d'oro di Venezia.

Nella moderna civiltà la chiusura della coppia eterosessuale è rafforzata da diretti interventi vincolativi della società, attraverso l'istituto del matrimonio,

che istituisce vincoli patrimoniali, economici e giuridici che rendono assai dolorosa la rottura della coppia. Non sono lontani i tempi in cui il tradimento femminile era punito con la reclusione e, in alcuni paesi mussulmani (ove la più frustrante condizione femminile doveva essere mantenuta attraverso una più feroce, diretta, azione coercitiva) addirittura con la morte.
Ma anche quando il rapporto eterosessuale aperto non è impedito in senso assoluto, sono precostituite condizioni che ne sterilizzano gli effetti sul piano della realizzazione di un rapporto multiplo di amore. Tali condizioni sono costituite dall'incapsulamento del rapporto eterosessuale monogamico di amore in una struttura di relazioni competitive che lo contiene da tutti i lati, alla cui base è una filosofia del "tutto o nulla" dove la linea di demarcazione fra il tutto e il nulla circonda la coppia. Un secondo rapporto sessuale di uno dei partners è visto come un "tradimento", cioè come un atto diminuitivo ed aggressivo, che tale effettivamente diventa per effetto dei riflessi sulla considerazione sociale, dei condizionamenti della cultura, delle condizioni di competitività fra i "rivali" e perchè chi lo compie conosce questi effetti.
Il tradimento di uno dei partners offende pertanto l'altro e ne impedisce rapporti non aggressivi sia con il partner che con il rivale.
In due rapporti sessuali contemporanei l'individuo soddisfa impulsi diversi: nell'uno impulsi prevalentemente dominativi, nell'altro impulsi prevalentemente di scambio. Ciò che è assolutamente esclusivo e monogamico è il rapporto sessuale di amore.
Le condizioni estreme, quali quelle della prostituta, che ha rapporti con una molteplicità di individui sono superate, come nel caso della omosessualità, attraverso l'estremo disprezzo sociale che ne isola le prestazioni da qualsiasi contenuto affettivo, di scambio, e ne sterilizza così la capacità intermediatrice di affetti.
Il matrimonio sancisce quindi la chiusura ad un gruppo estremamente ridotto, lontanissimo dalle dimensioni che possono configurare alternative di potere, della possibilità di strutturare legami associativi che involvano gli impulsi sessuali. Esso rappresenta, inoltre, l'atto di assegnazione e riconoscimento della proprietà dell'uomo sulla donna che fa intervenire come donatore il gruppo sociale, che protegge l'uomo dalla concorrenza degli altri uomini (stimolata dalla modificazione in senso competitivo delle modalità comportamentali della componente sessuale dell'impulso omosessuale) e che

sancisce la fine del potere di intermediazione affettiva, sia di amore che di odio, e la riduzione semantica della donna.
La creazione della famiglia come entità chiusa determina, con l'ampliamento conseguente alla nascita dei figli, la formazione di una cellula nell'ambito della quale i rapporti di amore potrebbero essere più facili che nel resto della società e che, per conseguenza, potrebbe porsi obiettivamente come elemento destabilizzante, di dimensioni progressivamente crescenti.
Di qui la proibizione dell'incesto (altro fondamentale pilastro delle organizzazioni successive all'orda primitiva) e la struttura rigida, soffocante dei ruoli familiari nell'ambito dei quali si scarica una importante quota di impulsi dominativi dei genitori (vissuti come impulsi di amore, gratificati dall'approvazione sociale che ne fa strumenti di condizionamento culturale, imposti dalla funzione di sostentamento e protezione) e la liberazione dai quali richiede, in alcuni figli, processi complessi, quali quelli implicati nel complesso di Edipo e, successivamente, nell'innamoramento giovanile. Le condizioni di ruolo costituiscono cioè una carica esplosiva posta all'interno della famiglia che la obbliga a frantumarsi in una molteplicità di piccoli nuclei.
Nelle condizioni tribali poteva non essere represso l'impulso sociale di amore libero da componenti sessuali, cioè l'amicizia, in quanto tale impulso ha modalità comportamentali più flessibili e poteva quindi trasformarsi in impulso competitivo che determinava una serie di tensioni interne limitative dello sviluppo degli impulsi dominativi in una più ampia quota di componenti del gruppo, mentre non sussistevano condizioni comparative tali da impedire la formazione di connessioni illusorie capaci di assorbire il maggior livello degli impulsi dominativi nella quota di individui in cui la modalità comportamentale era più rigida.
Nelle condizioni emerse dopo la rivoluzione agricola che hanno portato ad esasperare lo sviluppo degli impulsi dominativi per la minore importanza del singolo individuo nella produzione dei beni e soprattutto quando, per l'aumento della popolazione, si sono ricostituite limitazioni alimentari che hanno portato a diseguaglianze distributive occasioni di raffronto e di misura dell'importanza della propria collocazione sociale, la repressione dell'impulso omosessuale di amore è stata la inevitabile conseguenza dell'enorme frustrazione cui la sua manifestazione era esposta.
In alcuni individui introversi tale repressione ha portato all'inversione della

modalità comportamentale in senso competitivo, in altri, in cui la modalità comportamentale di scambio assumeva caratteristiche di maggiore rigidità ha portato, una volta esaurita la condizione di "polarizzazione" delle cariche istintuali in un unico oggetto che è dell'innamoramento, al ricostituirsi di una condizione di sovraccarico tensionale, connessa alla necessità di repressione della componente introversa dell'impulso sociale e all'impossibilità di scarico illusorio per l'esistenza di troppo evidenti condizioni di diseguaglianza o per il diretto esercizio di violenza sopraffatoria, condizione che abbiamo già definito "pre-rivoluzionaria".

Nelle condizioni determinatesi dopo la scoperta della metallurgia e dell'agricoltura si sono ricostituite quindi le possibilità di formazione di raggruppamenti rivoluzionari come soluzione alla condizione di sovraccarico tensionale. È possibile, ovviamente, che tali raggruppamenti si siano strutturati prevalentemente fra individui insoddisfatti, cioè fra individui appartenenti alle stratificazioni sofferenti, quindi di simili caratteristiche istintuali, ma ciò non fa grande differenza ai fini della pericolosità di tali raggruppamenti nei confronti della stabilità sociale.

È ben vero che, secondo la teoria dell'organizzazione dei sistemi, in tali raggruppamenti non può nascere alcuna organizzazione, che richiede individui a strutture istintuali diverse, cosicchè tali raggruppamenti risulterebbero necessariamente perdenti nella competizione con raggruppamenti strutturati sulla base di una maggiore eterogeneità caratteriale.

Ciononostante, la possibilità della formazione di tali raggruppamenti rappresenta pur sempre un pericolo notevole per la stabilità del potere. Essi costituiscono infatti il terreno di coltura, nonchè l'indispensabile strumento operativo, per gli individui estroversi che, trovandosi fuori dalle strutture del potere costituito, tendano a sostituirle.

Abbiamo già avuto occasione di illustrare infatti la capacità dei caratteri dominativi di "attrarre" ed "organizzare" i caratteri più deboli, capacità che ha giuocato un ruolo fondamentale in tutte le rivoluzioni, a cominciare della primordiale freudiana "uccisione del padre". Tale fenomeno ha ragioni profonde e fondamentali; come abbiamo più volte rilevato, il bisogno sociale è un bisogno di importanza e si rivolge quindi agli individui che sono importanti e tale importanza possono dare. In primo luogo, ovviamente, ai detentori del potere; ma se questi non danno l'importanza richiesta, a coloro che possono

darla in prospettiva e si dimostrino disponibili. La componente introversa del bisogno di importanza è, in fondo, un bisogno di protezione, la cui soddisfazione richiede l'esistenza di condizioni di superiorità e quindi di componenti dominative nell'altro, anche se tale bisogno di protezione è sempre accompagnato, sia pure secondo rapporti variabili, da un bisogno di dominio in un diverso campo di forze che, d'altra parte, è elemento rassicurativo della sussistenza della protezione.

Nelle condizioni emerse dopo la rivoluzione agricola si sono ricostituite, quindi, le condizioni di conflittualità permanente e di instabilità sociale da cui la tribù era uscita con tanto sacrificio repressivo degli impulsi e con l'instaurazione di una condizione permanente di frustrazione di larghissime stratificazioni caratteriali.

Le assai più ampie e crescenti dimensioni della società agricola hanno permesso però di mobilitare enormi forze coercitive organizzate che hanno consentito di stabilizzare egualmente il sistema nella nuova più feroce condizione dominativa e di frustrazione degli impulsi di amore. La dimensione organizzativa critica di alternativa al potere ha raggiunto infatti livelli così ampi da rendere facile, per il potere costituito, il suo controllo attraverso l'applicazione del precetto romano "divide et impera".

L'aggregazione delle ingenti cariche di scontento che sussistono nella società diviene allora possibile, ed assume carattere esplosivo, quando si determinano ingenti spostamenti del rapporto di forze fra amplissime stratificazioni sociali, cosicchè la struttura del potere non corrisponde più alla realtà dei rapporti di forze.

Evidentemente, nelle nuove dimensioni assunte dalle forze coercitive nella società, la realizzazione di rapporti multipli di amore non rappresenta quel pericolo immediato rappresentato nella organizzazione tribale. Ciononondimeno, il mantenimento e il rafforzamento delle repressioni e delle istituzioni della civiltà patriarcale rappresenta egualmente una necessità condivisa da dominatori e da dominati. La famiglia patriarcale rappresenta infatti, come abbiamo visto, una importantissima valvola di scarico di impulsi dominativi e di amore che consente di ridurre la tensione psichica di frustrazione a parità di sviluppo degli impulsi dominativi nella sfera sociale.

Nella nuova condizione organizzativa post-agricola si sono inoltre sviluppate altre connessioni illusorie di scarico della tensione psichica, di particolare resi-

stenza all'impatto della realtà, in quanto le situazioni di scarico reale sono proiettate in coordinate spazio-temporali verificabili sulle distanze lunghe o addirittura non verificabili.

La creazione di una estesa stratificazione sociale che attribuisce potere in maniera differenziata senza attaccare con questo i privilegi del vertice, nel mentre rappresenta la stratificazione di forze richiesta dalla teoria dell'organizzazione dei sistemi, permette anche di soddisfare in molti individui il bisogno di potere parzialmente in forma reale, attraverso il suo esercizio sui sottoposti, e parzialmente in forma illusoria, nell'attività volta alla risalita della scala sociale. L'introduzione del metro economico come misura di "status" permette di amplificare e generalizzare queste aspettative di miglioramento, soprattutto in periodo di crescita economica.

La proiezione del bisogno di amore sul gruppo sociale come entità astratta e lontana costituisce ancora una forma di scarico illusorio che da luogo ai fenomeni di patriottismo. La proiezione può avvenire anche sui capi lontani del gruppo e dar luogo ai fenomeni di culto della personalità e di innamoramento collettivo.

Così come la proiezione all'esterno del gruppo, cioè su gruppi che possano venire indicati come competitivi, del bisogno di potere costituisce ancora una forma di scarico illusorio. A tal proposito occorre però considerare che l'esistenza di un impulso aggressivo volto all'esterno del gruppo, nel mentre può essere considerato come una estroversione volta ad ottenere scarichi illusori in quanto le condizioni di competitività in realtà non sussistano, corrisponde comunque ad un reale bisogno psichico che ha una logica evolutiva, connessa alla difesa del territorio di caccia (la condizione è resa ben chiara nella competitività sportiva, ove essa sussiste allo stato puro, senza necessità di una razionalizzazione secondaria in una conflittualità di interessi).

Infine sono assai importanti, ai fini della riduzione del livello medio della tensione psichica, le modalità di formazione delle connessioni illusorie profonde, cioè dei valori etici e religiosi, perchè vengono sfruttate connessioni necessarie anche per altri versi per la stabilità dell'equilibrio psichico, quindi di grande rigidità e non contraddicibili dall'esperienza esistenziale, praticamente indistruttibili. Le connessioni illusorie che danno luogo alla formazione dei valori etici, formandosi nella fase infantile di strutturazione degli impulsi, assumono estrema rigidità e divengono circuiti di autovalutazione

completamente interni al sistema psichico. Esse rappresentano pertanto mezzi attraverso cui il gruppo sociale può retroagire sulla formazione ontologica degli impulsi, imponendo valori. Analoga origine hanno le connessioni religiose, sia pure a livello di rigidità alquanto inferiore (ma la cui permanenza è rafforzata da meccanismi di proiezione temporale, ad una vita ultraterrena, di un premio) perchè determinate in una fase più avanzata dello sviluppo psichico.

In definitiva, e assai sinteticamente, attraverso la realizzazione di una organizzazione basata sulla famiglia patriarcale monogamica e sulla esistenza di ingenti forze coercitive vengono inibite importanti componenti istintuali sia dominative (al di fuori della struttura del potere costituito) che di amore, pur essendo garantita a ciascun componente della società la sua quota minima di scarichi istintuali nella cellula minima dell'organizzazione.

Essa costituisce comunque una alternativa di minima tensione nell'ambito di alternative tutte ad alto contenuto sacrificale, determinate dalle condizioni obiettive emerse dal progresso tecnologico e dall'aumento della popolazione, che comportano un deterioramento del rapporto minimo di scambio con il gruppo.

L'individuo, oltre a subire la sofferenza connessa alla limitazione delle sue attività istintuali, è esposto alla violenza che esercita la società attraverso le sue strutture di potere, mentre anche la violenza fra i gruppi tribali è solo trasferita al livello di gruppi assai ampi, con le disastrose conseguenze che l'enormità dei massacri e delle sofferenze, che costellano la nostra storia, pone sotto gli occhi di tutti.

La condizione di ruolo delle stratificazioni sacrificali era già avvertita come insostenibile duemila anni fa e la nascita del Cristianesimo appare come la più vistosa espressione dell'aspirazione a rapporti con più ampio contenuto di amore.

Così come espressione dell'aspirazione a rapporti di potere meno soffocanti sono tutte le rivoluzioni, rese possibili da mutamenti dello squilibrio delle forze fra le stratificazioni sociali, indotti dal progresso organizzativo, ma che non permettono di sfuggire alla logica spietata dei sistemi, che richiedono un potere stratificato così che esse non fanno, in fondo, che determinare un mutamento dei padroni. Lo stesso progresso organizzativo permette inizialmente un maggior scarico illusorio degli impulsi sociali per la maggiore

abbondanza di beni che consente miglioramenti per tutti, ma nasconde in realtà, come sappiamo, un aggravamento dei disequilibri e una maggiore capacità di mobilitazione di forze coercitive, condizioni che emergono nelle pause dello sviluppo e soprattutto con l'ingrandimento del sistema dovuto all'aumento della popolazione.
Ci troviamo adesso, nei nostri tempi, di fronte a nuove modificazioni dovute allo sviluppo industriale ed al progresso tecnologico, con una ulteriore riduzione dell'importanza dell'uomo nella produzione dei beni per effetto dell'automazione crescente, con un nuovo enorme aumento della popolazione, con un aumento delle dimensioni delle interdipendenze, con una riduzione dello spazio oggettivo di libertà.
L'esistenza di ampie concentrazioni di uomini in analoghe condizioni sacrificali permette la formazione di strutture organizzative alternative di dimensioni e con mezzi tali da riproporre l'annoso problema della conflittualità permanente, nato nell'orda primitiva, mentre l'aumento delle dimensioni del sistema e delle sue possibilità tecnologiche permette la mobilitazione di forze coercitive di potenza crescente.
L'esistenza di immense concentrazioni di uomini nelle città, ma in condizioni di isolamento, con possibilità di spostamenti veloci e di occultamenti, con mezzi aggressivi sofisticati, ha inoltre reso meno efficiente il controllo sociale dell'individuo, ancora ampiamente possibile nella civiltà contadina, permettendo così il manifestarsi di impulsi predatori fuori dell'ambito delle strutture del potere costituito, con organizzazioni che vengono chiamate criminali, così realizzandone, attraverso una particolare etichettatura, la proiezione illusoria all'esterno del gruppo, ma che in realtà non fanno che riproporre, in un certo delimitato contesto, il ben più ampio problema del controllo dei feroci impulsi dominativi dell'uomo.
Sulla base dell'esperienza storica e delle analisi fin qui condotte dovremo attenderci quindi un ulteriore aumento della violenza repressiva e della sofferenza nelle stratificazioni più deboli, condizioni che la teoria psicocibernetica ci informa condurre verso baratri di follia e di morte.

È appena il caso di rilevare come l'approccio scientifico, anzichè semplificare, rende assai più complessi i problemi sociologici, mostrando come le differenze fra le opposte ideologie oggi imperanti siano in realtà marginali ai fini

della condizione dell'uomo, che affonda le sue radici nella caduta di ogni ostacolo al dispiegamento degli impulsi dominativi, nella modificazione conseguente delle modalità comportamentali interpersonali in senso competitivo, nella conseguente repressione degli impulsi di amore, nell'impedimento comparativo allo sviluppo di adeguate illusioni, nell'isolamento affettivo, nell'intreccio degli impulsi, nella struttura dei valori etici e religiosi di supporto delle repressioni, condizioni che differiscono in realtà ben poco in tutto il mondo.

In sè stessi i problemi organizzativi non presentano difficoltà insuperabili. Non è impossibile determinare, all'attuale livello del progresso tecnologico, i valori delle variabili che, volendo, sono controllabili, quali la dimensione della popolazione, l'entità della produzione e la struttura della distribuzione dei beni, che garantiscano ad ogni individuo la piena soddisfazione del bisogno di sopravvivenza con una alta qualità della vita.

Il problema che appare invece enormemente complesso, ma che è di importanza fondamentale, è costituito dalla determinazione delle condizioni che possano portare ad un livello ottimale la soddisfazione della complessa struttura istintuale dell'uomo.

Cionondimeno, la trattazione che abbiamo testè svolto ci permette di fare alcune considerazioni generali, introduttive.

Innanzi tutto la constatazione importante che l'aumento della popolazione induce certamente un aggravamento della condizione tensionale, sia media che estrema, e ciò indipendentemente dall'esaurirsi delle capacità di sostentamento della nicchia.

Tale conclusione scaturisce già immediatamente da uno dei teoremi fondamentali della teoria dell'organizzazione dei sistemi. Secondo tale teorema se, in un sistema che occupa uno spazio limitato e che si trova in un determinato equilibrio fra le produzioni e i flussi di negentropia e di entropia si verifica un aumento dell'energia interna, si determina una tendenza del sistema verso l'aumento dell'entropia, che comporta la tendenza verso la distruzione dell'organizzazione. Tale tendenza può essere compensata da un aumento del flusso di negentropia, ma non oltre determinati limiti di saturazione, superati i quali la tendenza verso la distruzione non è arrestabile e ad essa contribuisce lo stesso alto valore raggiunto dalle energie ordinate, cioè dalla negentropia, nella sua trasformazione, in corrispondenza degli urti, in entropia (cfr., nel

primo capitolo, lo schema di oscillazione pendolare di un sistema isolato, secondo il quale l'aumento dell'energia cinetica ordinata e l'aumento della densità dei componenti per l'avvicinamento al centro di gravità del sistema porta ad una condizione di disordine).

Considerato che all'esistenza di ogni individuo può assegnarsi un certo quantitativo di energia, che manifesta nella sua attività sociale, l'aumento del numero di individui comporta un aumento dell'energia interna del sistema e quindi una tendenza a condizioni di più alto livello tensionale, al limite distruttive, che solo parzialmente può essere compensata dal progresso tecnologico che comporta l'irrigidimento e l'ampliamento delle strutture coercitive, ma purchè ciò avvenga nei tempi lunghi e non oltre certi limiti, superati i quali la stessa potenza tecnologica diviene un fattore distruttivo.

D'altra parte, indipendentemente dalla sua derivazione da leggi della teoria generale dell'organizzazione, abbiamo avuto modo di constatare dal diretto studio dei fenomeni sociali come l'aumento della popolazione non solo vanifica le maggiori capacità di sostentamento indotte dal progresso tecnologico, ma proprio in quanto quest'ultimo riduce l'importanza della collaborazione di tutti i componenti della società nella produzione della sopravvivenza, permettendo così il dispiegarsi degli impulsi dominativi, porta alla formazione di estreme diseguaglianze distributive che minano le possibilità di formazione di connessioni illusorie di scarico tensionale nelle stratificazioni piu deboli.

Pertanto, almeno questa conclusione può essere raggiunta con certezza: l'arresto e magari il rinculo della crescita del livello della popolazione mondiale fino a particolari livelli che permettano il raggiungimento di determinati equilibri nella soddisfazione istintuale è una esigenze strategica necessaria.

È peraltro da considerare come il ritorno ad una condizione similare a quella dell'orda primitiva non costituirebbe una soluzione, nemmeno su un piano utopico e a parte l'impossibilità della demolizione della complessa attuale civiltà tecnologica, dei problemi dell'uomo. La condizione di equilibrio nella soddisfazione degli impulsi sociali ivi raggiunta, che implicava sia limitazioni negli impulsi dominativi, sia ampia accettazione delle strutture gerarchiche, veniva infatti mantenuta da una condizione di tensione nella soddisfazione del bisogno di sopravvivenza, cioè da una condizione di insicurezza e di bisogno di protezione, che comportava un alto grado di sofferenza, che appare quindi come un elemento "strutturale", connaturato alla condizione umana.

In particolare, la complessa struttura degli impulsi sessuali determina, una volta cessata la condizione esterna di tensione per la sopravvivenza, una situazione esplosiva conseguente al rapido crollo di equilibri instabili, cosicchè la repressione delle componenti omosessuale ed eterosessuale aperta dell'impulso sessuale e la sua separazione dall'insieme degli impulsi sociali appaiono come processi in larga misura irreversibili.
Cionondimeno, nella complessa realtà e nella dimensione della società di oggi l'impatto delle deviazioni dai canoni sulla struttura sociale è meno immediato, cosicchè il mantenimento delle repressioni può essere lasciato in larga misura agli effetti frustranti dei tentativi di superamento. L'acquisizione alla coscienza dei motivi che impongono tali repressioni può però evitare sia le sofferenze connesse ai tentativi di superamento delle repressioni, sia le sofferenze di coloro che, per la rigidità che hanno in loro le componenti degli impulsi sessuali in oggetto, non possono reprimerle e sono oggi sottoposti ad un ingiusto disprezzo sociale.
Il nostro studio ha mostrato come nella struttura istintuale umana vi siano componenti volte sia ad esercitare che a subire il vincolo gerarchico secondo rapporti variabili da individuo a individuo e come ciò sia necessario perchè l'insieme sociale possa funzionare come sistema.
Ma, a parte l'impossibilità di funzionamento come struttura organizzata, una condizione di eguaglianza nell'importanza dei componenti del gruppo sarebbe non solo impossibile, perchè la diseguaglianza verrebbe comunque creata dalle condizioni di diseguaglianza nella struttura caratteriale, ma sarebbe anche estremamente frustrante non solo, ovviamente, per gli impulsi dominativi, ma anche per gli impulsi di amore che costituiscono una richiesta di importanza da ottenere passivamente e che presuppone quindi il riconoscimento di una particolare importanza agli individui a cui si chiede. Naturalmente, è possibile che la richiesta di importanza venga rivolta al gruppo nel suo complesso anzichè ai singoli membri, che sia cioè una richiesta di successo e di ammirazione, ma anche in questo caso viene richiesta una condizione di particolare importanza, sia pure esclusivamente per se stessi.
Gli impulsi sociali, in definitiva, sono sempre "relativistici", volti a realizzare una differenziazione nell'ambito del gruppo, sia essa ricercata direttamente, attraverso gli impulsi dominativi, o indirettamente, attraverso gli impulsi di amore e ciò li rende estremamente sensibili al "confronto" e insensibili al

valore assoluto del livello di vita.

Abbiamo però anche mostrato che, perchè il vincolo gerarchico possa essere subito senza lo sviluppo di condizioni di sovraccarico tensionale, esso deve essere vissuto come rapporto di amore, vale a dire come "funzionale" ed "utilitaristico", deve cioè comportare uno scambio, anche se le condizioni di tale scambio vengano soggettivamente modificate dall'instaurazione di connessioni illusorie.

Il problema si pone pertanto secondo due prospettive: innanzi tutto come limitare gli eccessi degli impulsi dominativi, che distruggono le connessioni illusorie e in secondo luogo come consentire il massimo sviluppo di tali connessioni a parità di sviluppo degli impulsi dominativi.

Il problema del contenimento degli impulsi dominativi si presenta, a sua volta, su tre piani:

1 - Un piano "criminale" di esercizio della violenza al di fuori delle strutture del potere costituito, che non si propone un'alternativa organizzativa della società e non tende, per conseguenza, a realizzare un'estesa coagulazione collaborativa delle stratificazioni sociali più deboli, fine che imporrebbe una certa autolimitazione nell'esercizio della violenza.

   Le condizioni di minore possibilità di controllo sociale sull'attività individuale, che si hanno nella moderna, complessa società urbana, dove milioni di individui vivono l'uno accanto all'altro senza comunicare, in condizioni di isolamento, rendono la repressione coercitiva di questo tipo di violenza assai più difficile di quanto non fosse nella civiltà contadina e possono imporre nuove forme di controllo che si riflettono in una perdita di libertà di tutti i componenti della società, cioè in un accresciuto peso della violenza esercitata dal potere costituito.

2 - Un piano "politico" ed "economico" di esercizio della violenza da parte del potere costituito, cui si contrappone l'esercizio della violenza da parte di raggruppamenti che si propongono un'alternativa organizzativa della società e tendono a realizzare coagulazioni collaborative da parte di estese stratificazioni sociali.

3 - Un piano "internazionale" di esercizio della violenza, cioè fra grossi gruppi organizzati. Alla luce del nostro studio appare evidente come la razionalizzazione di tale violenza in una conflittualità di interessi costituisce una razionalizzazione secondaria di impulsi dominativi, che però

diviene reale nei suoi effetti di retroazione.
La schematizzazione in tre livelli dei campi di esercizio degli impulsi dominativi ha evidenti funzioni semplificative e non rende giustizia alla complessità reale della situazione. Esistono infatti svariate forme intermedie di manifestazione degli impulsi dominativi ed i tre campi hanno estesissime interconnessioni nella loro genesi, possibilità di manifestazione e supporto sociale.
Così che è possibile mostrare come la soluzione del problema politico ed economico, involvendo una riduzione della manifestazione degli impulsi dominativi e la possibilità di strutturare connessioni illusorie di scarico degli impulsi di amore nell'ambito delle strutture istituzionali della società, porterebbe ad una partecipazione collaborativa che isolerebbe le manifestazioni criminali e ne faciliterebbe il controllo sociale e la repressione coercitiva.
Così come è anche possibile mostrare come la soluzione del problema politico ed economico, comportanto un maggior controllo dei caratteri dominativi, scaricherebbe il rapporto internazionale di una quantità di cariche distruttive e faciliterebbe l'instaurazione di un potere sovranazionale, garanzia di pace.
Prendendo pertanto in esame il "centrale" problema politico ed economico, occorre considerare che, in assenza di elementi di contenimento degli impulsi dominativi esterni al sistema, quali il contributo importante dell'individuo alla sopravvivenza del gruppo, occorre creare mezzi di contenimento esterni all'individuo, ma interni al sistema.
Come abbiamo avuto più volte l'occasione di mostrare, tali mezzi si strutturano naturalmente attraverso la formazione di movimenti rivoluzionari, che possono usufruire di condizioni di vantaggio nel permettere la formazione di connessioni illusorie di scarico tensionale nella "promessa" di una regolamentazione più favorevole una volta ottenuto il potere, ma che sono soggetti a delusioni ricorrenti quando il potere viene raggiunto.
Le connessioni illusorie di scarico che si formano nel movimento rivoluzionario non possono, d'altra parte, mantenere indefinitamente una condizione di alto scarico tensionale, quale si verifica nelle condizioni di lotta, dando luogo ad una rivoluzione permanente. Se l'obiettivo della rivoluzione non viene raggiunto entro un certo lasso di tempo, esse sono soggette a logoramento, come si verifica nel corrispondente fenomeno individuale "ad alto scarico tensionale" dell'innamoramento.
Le condizioni di frustrazione che seguono la rivoluzione, abbia essa o meno

successo, inducono quindi ad un più ampio consenso alla strutturazione di ampi mezzi coercitivi da parte del potere costituito, che ne viene così ampiamente rafforzato.
L'alternativa all'irrigidimento delle strutture coercitive può consistere nel mantenimento di una condizione di "conflittualità permanente" ad un livello tensionale più basso di quello corrispondente alle condizioni rivoluzionarie, organizzando i modi di lotta e i ricambi di potere in modo meno traumatico di quanto avvenga nelle rivoluzioni.
Si tratta, in sostanza, di un tentativo analogo a quello realizzato nelle condizioni post-agricole e che ha posto fine alla instabilità indotta dalle manifestazioni degli impulsi sessuali. Come in quel caso si cercò di cristallizzare, ad un più basso livello tensionale, le condizioni dell'innamoramento, così si tratta di cristallizzare, ad un più basso livello tensionale, le condizioni rivoluzionarie.
La democrazia sembrerebbe un passo volto in questo senso. Ma, come è stato mostrato anche da Marcuse, i contenuti reali delle modificazione indotta dal metodo democratico sono minimi, mentre i contenuti illusori sono assai fragili.
Innanzi tutto le modificazioni inducibili con l'esercizio del metodo democratico riguardano un gruppo limitato di uomini costituente la classe politica ma, quando le modificazioni tendono ad andare più in profondità, il livello dello scontro si rialza automaticamente. D'altra parte, i contenuti reali di potere, di importanza, acquisiti dal singolo individuo con l'esercizio del voto o con la partecipazione alla vita del partito o del sindacato sono in realtà minimi giacchè egli rimane, con le sue decisioni e con la sua attività, una entità trascurabile, inserita in una soffocante struttura di potere.
Pertanto, fintanto che le condizioni di diseguaglianza possono essere vissute come condizioni funzionali e in termini di scambio attraverso l'instaurazione di adeguate connessioni illusorie come avviene quando le condizioni di crescita economica consentono gratificazioni dovute alla crescita del reddito individuale, la diseguaglianza è contenuta entro determinati limiti oppure sussiste una disinformazione sulle sue dimensioni e sussistono condizioni assistenziali che evitano le situazioni estreme in cui la condizione di inferiorità è avvertita con particolare ferocia, la partecipazione a raggruppamenti alternativi in cui sussiste lo stesso tipo di strutturazione gerarchica e di potere della società non presenta alcun vantaggio per i caratteri deboli ma tutt'al più, rappresenta un

mezzo aggiuntivo di incanalamento delle energie dei caratteri dominativi, un mezzo di regolamentazione della lotta.
Sussistono certamente delle connessioni illusorie che si esprimono attraverso la convinzione di operare con la partecipazione alla vita partitica o sindacale e l'esercizio del voto in difesa dei propri interessi. Tali connessioni, peraltro, verrebbero rapidamente logorate se le condizioni di miglioramento economico e le limitazioni, reali o apparenti, della diseguaglianza non siano o sembrino ottenute attraverso l'attività del raggruppamento alternativo. Da notare, peraltro, che quando il miglioramento delle condizioni dei partecipanti al raggruppamento è raggiunto sul piano corporativistico o sul piano individuale, "clientelare", esso determina la frustrazione di coloro che ne sono esclusi e ai quali esso appare come una sopraffazione; crea in sostanza delle diseguaglianze non vivibili in termini di amore e si ritorce quindi, in definitiva, sulla stabilità del sistema, rialzando il livello tensionale dello scontro.
Se poi si verifica un degradamento delle condizioni generali del sistema, la struttura dei disequilibri sociali riemerge in maniera insostenibile per la distruzione delle connessioni illusorie permesse dalla crescita individuale connessa alla crescita generale del sistema. Gli scarichi illusori attraverso la partecipazione ad un raggruppamento alternativo non possono, pertanto, essere mantenuti a livelli tensionali non rivoluzionari, pena il loro logoramento.
È nostro obiettivo dimostrare che il problema fondamentale, di permettere un maggior scarico degli impulsi dell'uomo, comporta necessariamente la riduzione della dimensione del gruppo in cui si esercita la sua attività, sia essa politica o economica. Da notare che è irrilevante la considerazione che, in definitiva, il peso di ciascun individuo sull'intera struttura sociale rimane inalterato. Come abbiamo avuto modo di rilevare, infatti, vi è nella struttura istintuale dell'uomo la capacità di "introversione" degli impulsi in un ambito limitato che ha i suoi estremi nell'innamoramento e permette la soluzione nella istituzione della famiglia dei fondamentali problemi nati con la civiltà agricola.
D'altra parte, anche sul piano strutturale, indipendentemente dal processo di introversione, il campo di manifestazione degli impulsi dell'uomo ha una dimensione limitata. Dalla teoria generale dell'organizzazione dei sistemi risulta infatti che i campi responsabili della formazione dell'ordine, o campi

informativi, a cui certamente appartiene l'impulso sociale, hanno intensità rapidamente decrescente con la distanza.
Gli impulsi dell'uomo interessano pertanto un ambito limitato del suo intorno cosicchè, più che di introversione, si può parlare di un ritorno alle dimensioni naturali della sua sfera d'azione. L'immissione nella ampia dimensione della società attuale equivale in realtà non ad una integrazione, ma ad un isolamento.
Si tratta, dunque, di aggiungere alle strutture organizzative che graduano l'impatto dell'individuo con la dimensione sociale, costituite prima dalla coppia eterosessuale chiusa e quindi dal più ampio ambito della famiglia, una ulteriore struttura più ampia della famiglia in cui abbiano scarico gli impulsi che in quest'ultima non possono essere soddisfatti (nonchè liberandola dalla introiezione di impulsi che ne sovraccaricano lo stato tensionale).
Lo studio dei problemi cui una simile struttura organizzativa darebbe luogo è troppo vasto e complesso per poter essere esaurito in questa sede. Ci incombe però l'obbligo di chiarire quella che potrebbe apparire come una evidente contraddizione.
Noi abbiamo mostrato come lo sviluppo degli impulsi predatori nella condizione post agricola abbia portato ad esasperare la condizione di competitività e a distruggere quindi la possibilità della manifestazione sociale degli impulsi di amore limitandoli al ristretto ambito della famiglia, cosicchè l'ipotesi di raggruppamenti più ampi della famiglia patriarcale in cui possano manifestarsi impulsi di amore può sembrare contradditoria con tale tesi. Anzichè essere l'espansione degli impulsi predatori a condizionare la manifestazione degli impulsi di scambio, dovrebbe essere l'espansione degli impulsi di scambio a condizionare la manifestazione degli impulsi predatori e bisogna spiegare come cioè sia possibile, visto che si tratta, in sostanza, di contenere un disequilibrio delle forze, sottoposto ai noti fenomeni di amplificazione secondaria, in assenza di mezzi di contenimento esterni al sistema.
La spiegazione è nella possibilità, che la moderna civiltà urbana ed industriale potrebbe offrire, di una vastità di alternative di raggruppamento che non sussisteva nella civiltà tribale o nella civiltà contadina. La teoria psicocibernetica mostra infatti come l'esistenza di tali alternative di raggruppamento costituisca un elemento limitatore del deterioramento dei rapporti di scambio (cfr. il capitolo quinto).

In sostanza, nell'ambito di un gruppo intermedio fra la famiglia e la società non solo il singolo individuo avrebbe maggiore importanza per la dimensione stessa del gruppo, ma anche l'esercizio del potere nel suo interno risulterebbe condizionato dalla possibilità di abbandono del gruppo da parte dei componenti, *nell'ipotesi che tale abbandono possa essere avvertito come una perdita di potere del gruppo nel suo insieme.*

I problemi pratici fondamentali posti da simile soluzione, peraltro strettamente interconnessi, sono costituiti da una parte da come realizzare importanti apporti di potere al gruppo intermedio, facendone il fulcro dell'organizzazione sociale, dall'altra da come garantire a ciascun individuo non solo la collocazione in un gruppo, ma anche e soprattutto una estrema mobilità fra i gruppi. Le enormi difficoltà presentate da simili problemi non devono far dimenticare che la soluzione prospettata è l'unica alternativa ad una condizione di dolore crescente e di distruzione verso cui l'umanità si avvia con una rapidità forse generalmente non ben percepita, che offre l'indagine scientifica. Essa infatti non richiede che il debole si organizzi, cosa che l'indagine scientifica ha mostrato impossibile giacchè, come abbiamo visto, l'organizzazione è emergenza stratificata di forze, ma lo pone come elemento determinante la superiorità di un gruppo rispetto ad un altro, creando così, attraverso la possibilità di "fuga" un motivo "obiettivo" di limitazione del deterioramento del rapporto di scambio con il gruppo di appartenenza e permettendogli così di imporre valori etici.

Ovviamente, per quanto potere indiretto possa essere così conferito all'individuo nell'ambito del gruppo, esso non potrà mai raggiungere i livelli dipendenti dalla sua estrema importanza ai fini della sopravvivenza del gruppo che aveva nell'ambito dell'orda primitiva. Anche l'intensità e l'instabilità degli impulsi implicati è però minore, in conseguenza dell'esclusione degli impulsi sessuali, nell'ipotesi che il gruppo intermedio si sovrapponga alla famiglia, così che la stabilità di un simile equilibrio "dinamico", che involve cioè come componente strutturale una intensa circolazione di individui fra i gruppi, appare possibile.

Da notare che, anche ove risultassero implicati gli impulsi sessuali, l'esistenza di ampie alternative risulterebbe elemento capace di ridurre il livello tensionale dovuto ai disequilibri degli impulsi connessi alle delusioni, il cui maggior livello rispetto alle condizioni possibili nell'orda primitiva potrebbe allora

essere compensato dalla minore tensione di sopravvivenza, nell'ipotesi che la società la garantisca, come è nelle possibilità tecnologiche di oggi. L'allargamento del campo di soddisfazione degli impulsi sessuali impedirebbe inoltre quell'aumento estremo del volume degli scambi nell'ambito della coppia eterosessuale chiusa che determina un innalzamento notevole del dolore connesso alla disillusione, dolore che porta a trasferire nella competizione sociale ingenti cariche di aggressività.

L'intensità e la rigidità degli impulsi sessuali rendono però il distacco un fatto traumatico per molti individui, cosicchè l'immissione di componenti sessuali innalzerebbe il livello tensionale di abbandono del gruppo, impedendo quella mobilità che è fondamentale perchè le alternative costituiscano un deterrente allo sviluppo degli impulsi dominativi, così ancora rialzando, con effetto di retroazione positiva, il livello tensionale degli impulsi. In teoria tali difficoltà potrebbero essere superate "forzando" una intensa circolazione di individui di idonea caratteriologia fra i gruppi, che permetta una diversa coagulazione degli affetti negli individui in cui si verificano condizioni di squilibrio affettivo accompagnato da difficoltà di abbandono del gruppo, cioè dalla circolazione di operatori di transfert, ma se già la realizzazione di una mobilità fra gruppi nell'ambito degli impulsi non sessuali comporta enormi problemi, la sua estensione all'ambito degli impulsi sessuali ne rialza il livello di complessità in maniera notevolissima.

Notiamo, per inciso, che seppure la modificazione del rapporto eterosessuale chiuso suscita moltissime perplessità e problemi anche alla luce dell'indagine scientifica, che chiarisce come, nell'ipotesi di fallimento del tentativo o nelle more della sua realizzazione, essa potrebbe liberare ingenti cariche istintuali che potrebbero portare ad un innalzamento generale della tensione, diverso è il problema della famiglia per quanto riguarda i figli la cui liberazione più rapida dalla dipendenza genitoriale e la loro inclusione in strutture adatte ad accoglierli appare una necessità inderogabile.

Il problema risulta particolarmente grave ed importante per quei giovani in cui gli impulsi sociali assumono dimensioni estreme per la mancata strutturazione, nel periodo infantile, di modalità comportamentali aggressive o di amore, la cui fissazione è accompagnata, come sappiamo, dalla formazione di canalizzazioni illusorie di scarico tensionale (cfr. il capitolo quarto in cui è mostrato come le memorie comportamentali siano connesse con elementi di

memorie di rassicurazione, cioè di scarico tensionale). In questi individui non si sviluppano neanche, ovviamente, l'insieme di valori etici che rappresentano le "memorie di rassicurazione" la cui connessione con l'attività comportamentale ne determina l'effetto di scarico tensionale.
La mancanza della rassicurazione del bisogno di importanza che è normalmente connessa al perseguimento di valori etici comporta che in questi individui manca la fiducia in se stessi. Sono, in sostanza, gli individui in cui si sviluppano, con la terminologia introdotta nel capitolo precedente, "impulsi di fuga".
Le condizioni perchè si sviluppino simili caratteri sono, oltre a condizioni generali di frustrazione nella formazione ontologica degli impulsi, la presenza di un basso gradiente di irrigidimento delle connessioni e quindi di una elevata componente introversa che rende dominante (pur in presenza di alti livelli di ambedue le componenti dell'impulso sociale) il bisogno puramente passivo di essere amati e un basso livello dell'energia di amplificazione secondaria che impedisce la resistenza alle condizioni di frustrazione e l'allargamento del campo di sperimentazione dei programmi.
È possibile, in tali individui, il trasferimento delle cariche istintuali sulla componente estroversa, aggressiva, ma il trasferimento, avvenendo ad alti livelli di tensione psichica, assume allora aspetti paranoici, con enorme esplosione di violenza. Tale trasferimento paranoico è facilitato se condiziona la conservazione di una gratificazione, di una soddisfazione del bisogno di importanza, acquisita in un gruppo. Ma spesso le cariche istintuali imboccano canalizzazioni di scarico depressive, di morte.
Ai fini del discorso sociologico che andiamo conducendo, occorre considerare che la soddisfazione del bisogno di importanza rappresenta una condizione aprioristica, una rassicurazione preliminare, che sostituisce gli elementi di rassicurazione preliminare interni mancanti, perchè successivamente questi individui possano vivere una vita di relazione pressocchè normale.
I problemi di questi giovani non possono trovare pertanto soluzione nella famiglia, che non può dar loro l'importanza richiesta. Al contrario, gli apporti di amore da parte dei genitori assumono in questi casi un'amplificazione proprio in quanto discendono dalla constatazione di una condizione obiettiva di inferiorità e di debolezza del figlio, assumono cioè gli aspetti estremamente frustranti e riduttivi della pietà e sono quindi vissuti come impulsi di amore

dai genitori, ma non dai figli (quando non sussiste anche un'amplificazione inconscia, cioè nascosta da connessioni illusorie, degli impulsi aggressivi dei genitori dovuta alla delusione delle loro aspettative identificative nel figlio).

Tale condizione è rafforzata dall'esistenza di condizioni sia soggettive, psicologiche, che obiettive, sociali, di ruolo dei genitori che creano una situazione strutturale di dipendenza e di inferiorità dei figli.

Neanche l'innamoramento, già difficile per la scarsa attrazione che esercita l'individuo debole e per le enormi richieste che in esso pongono questi caratteri, è capace di risolvere i casi estremi, in cui gli impulsi non sessuali hanno un peso particolare,casi che hanno una particolare rilevanza sociale perchè l'esistenza di un elevato bisogno di importanza frustrato e l'assenza di connessioni interiori di scarico che leghino al perseguimento di determinate modalità comportamentali rendono questi giovani plagiabili da chiunque offra loro un ruolo dominativo attraverso l'appartenenza ad un gruppo, la cui caratterizzazione ha un'importanza secondaria (le condizioni più attrattive sono anzi quelle in cui l'appartenenza è assicurata in via aprioristica, non selettiva, come l'appartenenza ad una razza, giacchè così è evitata la sollecitazione, connessa all'esecuzione di una prova selettiva, delle memorie di allarme la cui eccessiva presenza, senza rassicurazione, determina in questi individui l'insicurezza e la fuga). Tali condizioni istintuali facilitano quindi la utilizzazione strumentale di questi individui in strutture criminali o rivoluzionarie o repressive, ove spesso le manifestazioni di maggiore disciplina nel gruppo e di maggiore crudeltà verso i terzi provengono dalla confluenza paranoica degli impulsi di fuga di questi individui (che, come sappiamo, sono sempre di alto livello tensionale) negli elementi di identificazione nel gruppo e di differenziazione dai terzi.

Sono questi gli uomini che vanno in guerra cantando, a morire per la patria che offre loro l'importanza degli eroi e sono anche questi gli uomini che si drogano.

La presenza di questi caratteri costituisce uno dei principali ostacoli alla realizzazione di una organizzazione sociale ove gli impulsi dominativi abbiano minor spazio.

Come abbiamo avuto occasione di mostrare, infatti, gli impulsi dominativi sono estremamente flessibili e possono quindi essere condizionati nell'am-

bito di gruppi ove prevalgono impulsi di amore; ma è la presenza dei componenti sacrificali dotati di impulsi di fuga che apporta enorme forza ai caratteri dominativi, permettendo l'organizzazione di ingenti forze coercitive con cui possono sfuggire ai condizionamenti riduttivi.
Evidentemente, l'instaurazione di metodi educativi che facilitino la strutturazione di memorie di rassicurazione può essere utile (e a tal fine di distacco dai genitori, per passare in mani esperte, dovrebbe essere assai precoce); ma poichè la presenza di elementi sacrificali risponde evidentemente a finalità di conservazione della specie, quindi di tempo lungo, essa trae certamente la sua origine principalmente in condizioni filogenetiche, cosicchè vi è poco da attendersi per questa via.
Occorre assolutamente predisporre, per questi giovani, alternative raggruppative preferenziali che impediscano la loro confluenza in strutture in cui può scaricarsi una quantità enorme di violenza, anche se i modi per realizzare tale obiettivo non sono di facile individuazione. Si può solo affermare che tali alternative raggruppative devono conferire loro una estrema importanza morale (determinare cioè un'estrema soddisfazione dell'impulso sociale) senza che essa debba essere il frutto di una selezione, ma solo in virtù di una scelta, di un impegno donatorio, come avveniva per la scelta sacerdotale di un tempo, in cui essa godeva di un più ampio apprezzamento sociale.
Tale apprezzamento sociale costituisce un elemento di importanza estrema anche ai fini dell'indirizzamento del comportamento verso determinati obiettivi etici giacchè, come l'ammirazione del gruppo sostituisce in questi individui l'autoammirazione mancante, così i valori del gruppo sostituiscono i valori interni mancanti.
Tornando più in generale all'argomento delle alternative, il problema fondamentale è costituito dalla possibilità pratica di realizzare così ampie alternative raggruppative da permettere a ciascun componente di un gruppo di abbandonarlo, trovando una più soddisfacente collocazione in un altro raggruppamento, al superamento di determinati limiti di deterioramento del rapporto di scambio nei suoi confronti e ciò senza escludere anche la possibilità di espulsione al superamento di determinati limiti di deterioramento del rapporto di scambio nei confronti del gruppo, cioè di abbassamento della tensione collaborativa, di scambio, del componente.
In un mondo in cui le manifestazioni della ferocia dell'uomo hanno portato a

cocenti disillusioni, ciò sembrerebbe impossibile. In realtà la capacità di illusione dell'uomo, soprattutto nel suo più vicino intorno sociale, sono immense, così che ciò non rappresenta un ostacolo reale. Ma nell'odierna civiltà sono tali e tanti gli ostacoli alla intercomunicabilità fra gli uomini dovuti a differenze di cultura, gusti, modi di essere, che molto spesso l'incontro di due esseri umani è solo fonte di reciproco fastidio. Le uniche possibilità di contatti si svolgono quasi sempre nell'ambito di strutture competitive.
Le possibilità reali di formazione di alternative raggruppative sussiste quindi solo nell'ambito di stratificazioni sociali omogenee e ciò rende di importanza fondamentale il problema della limitazione della competitività fra i gruppi, già ridotta per la maggiore possibilità di controllo interno consentito dalle alternative, soprattutto per i gruppi fra i quali la circolazione e la comunicazione è più ridotta.
Veniamo così alla seconda prospettiva con cui abbiamo affermato si possa esaminare il problema dell'ottimizzazione della soddisfazione istintuale, vale a dire come consentire il massimo sviluppo delle connessioni illusorie di scarico degli impulsi di amore.
Gli elementi di rottura di tali connessioni illusorie sono costituiti, come abbiamo avuto più volte l'occasione di rilevare, da raffronti comparativi di dimensioni tali da impedire la loro giustificazione utilitaristica. Occorre quindi non consentire manifestazioni di diseguaglianza che superino limiti accettabili ed imponibili come valori etici. La possibilità di inserire valori etici e religiosi che premino l'iniziativa, la capacità di coordinamento, l'aggressività nello sfruttamento della nicchia, la capacità professionale, esiste infatti nell'animo umano in cui, come abbiamo visto più volte, coesistono impulsi dominativi e impulsi gregari, la cui coesistenza non contradditoria impone però che essi possano essere vissuti in termini di scambio e quindi nell'ambito di determinati limiti e dentro determinate forme (che escludono, ad esempio, la forma predatoria occulta, cioè la corruzione, vissuta come inganno e disillusione anche se in realtà essa non rappresenta che una manifestazione dello sforzo predatorio comune per acquisire la massima quota possibile di potere sociale, sforzo che è la conseguenza necessaria dell'esistenza di impulsi sociali). Esiste cioè la possibilità di inserire valori etici e religiosi che definiscono un concetto complesso di giustizia che ingloba concetti differenziativi. Esso implica anche, ovviamente, come prima condizione basilare minima, la

strutturazione di condizioni assistenziali che evitino le situazioni di insoddisfazione dei bisogni primari che portano ad avvertire con particolare intensità la condizione di inferiorità.

Ciò ci riconduce ad un punto centrale del nostro discorso, costituito dalla necessità di una dimensione della popolazione tale da garantire non solo la sopravvivenza di tutti gli uomini, ma anche una qualità della vita in termini di garanzie minime assistenziali, di entità dei disequilibri e di gradi di libertà.

8 - IMPORTANZA SOCIALE DELLA RELIGIONE.

SOMMARIO

L'analisi psicologica permessa dalla teoria psicocibernetica, diretta derivazione della teoria delle interazioni informative, porta a concludere che la qualità di violenza presente nella società non è completamente imputabile, nella sua origine, a coloro che la esercitano ma, in misura prevalente, a coloro che, pur possedendo valori etici, non sanno proiettarli al loro esterno determinando la strutturazione di una fede religiosa di sufficiente ampiezza di accettazione sociale, per la cui realizzazione esistono invece le condizioni psicologiche, avvertite come urgente bisogno, in un'estesissima fascia sociale.
Si discute il ruolo svolto dallo sviluppo della scienza e dalla sclerotizzazione delle strutture religiose nel determinare il bloccaggio di tale fondamentale processo sociale, bloccaggio che può condurre alla distruzione del sistema.

L'applicazione all'organizzazione sociale umana della teoria generale dell'organizzazione dei sistemi, nella sua più recente ed avanzata formulazione, che va sotto il nome di teoria delle interazioni informative, ha mostrato la necessità dell'esistenza di un "impulso di conservazione della specie" o "impulso sociale", che deve avere una estrema variabilità caratteriale fra i diversi individui, con fondamentali componenti di origine genetica, cosicché possa rappresentare il "campo energetico informativo" necessario per strutturare in sistema flessibile regolatorio, quindi organizzato e finalizzato all'autoconservazione, l'insieme degli uomini (cfr. i capitoli precedenti).
L'impulso sociale si caratterizza come un "complesso" di impulsi, comprendente anche gli impulsi sessuali, con una estrema variabilità, oltre che nella struttura, anche nelle caratteristiche di interconnessione delle componenti. Tale variabilità caratteriale dell'impulso sociale viene fatta risalire ad una molteplicità di fattori genetici ed ontologici che non è necessario richiamare.
Nell'ambito di tale variabilità ha un'importamza estrema la suddivisione delle componenti dell'impulso sociale in:
- Impulso predatorio
- Impulso di scambio
- Impulso di fuga o di morte

che rappresentano modalità comportamentali differenti con cui gli individui cercano di soddisfare il fondamentale "bisogno di importanza" in cui si manifesta, a livello di stimolo, l'impulso sociale.
Gli impulsi predatori e di scambio implicano modalità comportamentali aggressive o donatorie fissate attraverso connessioni rigide fra le strutture cerebrali che definiscono le modalità comportamentali, chiamate memorie comportamentali, e altre strutture cerebrali definite nell'ambito dei terminali sensori, chiamate "memorie di rassicurazione" a loro volta connesse con centri cerebrali di scarico tensionale.
La sollecitazione delle memorie di rassicurazione può avvenire tramite informazioni sensorie provenienti dalla realtà esterna al sistema psichico o tramite connessioni interne provenienti dalle memorie comportamentali, connessioni che possono essere rigide, dando così luogo agli impulsi predatori e di scambio, o labili, dando così luogo alle cosidette "connessioni illusorie". Gli scarichi sono, nei tre casi, di livello tensionale differente, il massimo scarico avendosi attraverso le sollecitazioni provenienti dalla realtà ed il minimo

attraverso le connessioni illusorie. Ad ogni modo, le modalità comportamentali istintuali aggressive o donatorie divengono preferenziali, negli individui a prevalenti componenti predatorie e di scambio dell'impulso sociale, per lo scarico tensionale che le accompagna, dovuto alle connessioni rigide con le memorie di rassicurazione, la cui rappresentazione cerebrale costituisce un "valore" cui l'attività operativa tende.

Da notare che la rigidità della connessione di scarico non implica analoga rigidità dell'attività comportamentale; secondo la teoria psicocibernetica esiste, negli individui dotati di impulsi predatori o di impulsi di scambio, e sia pure in misura estremamente variabile, una energia, chiamata di "amplificazione secondaria" (in quanto gli stessi impulsi sono costituiti da "amplificazioni primarie" del substrato energetico di determinate informazioni sensorie) che consente la repressione tattica di determinati impulsi per finalità strategiche. Il meccanismo di amplificazione secondaria opera in connessione con l'attività di pensiero, che perderebbe altrimenti una parte importante delle sue funzioni, giacché le condizioni di minimo tensionale tattico (che in termini matematici viene chiamato di minimo relativo) sono raggiungibili per la tendenza degli impulsi al valore minimo della tensione (principio del piacere di Freud), senza necessità di operazioni simulative, quali sono quelle logiche. Gli impulsi di fuga si sviluppano quando non si strutturano i circuiti interni di scarico tensionale mediante connessione fra le modalità comportamentali e i valori di rassicurazione che danno luogo agli impulsi predatori o di scambio, cosicché l'impulso sociale mantiene, nell'attività operativa, un alto livello tensionale che può essere ridotto, sia pure con l'aiuto di una struttura di connessioni illusorie, solo da informazioni provenienti dall'esterno, da cui quindi gli individui dotati di questi impulsi sono estremamente dipendenti.

Le condizioni perchè si sviluppino questi tipi di impulsi sono state esaminate nei precedenti capitoli: qui occorre ricordare, però, che un elemento importante è costituito dal basso valore dell'energia di amplificazione secondaria, che potrebbe essere chiamata anche forza di volontà, e quindi dalla scarsa capacità di reprimere gli impulsi, cosicchè l'attività comportamentale segue più da vicino il principio del piacere. Ciò rammentiamo in quanto tale condizione non solo costituisce un elemento importante ai fini della formazione dei caratteri in cui predominano gli impulsi di fuga, ma costituisce anche, punto che interessa da vicino il nostro attuale discorso, un elemento che ne rafforza

enormemente la dipendenza dello stato tensionale dell'esterno del sistema psichico.

La denominazione di impulsi di fuga o di morte non deve far pensare che tali impulsi non diano luogo ad una attività aggressiva rivolta verso l'esterno. Essa sta ad indicare che la dimensione dell'impulso sociale, che è di conservazione della specie, supera talmente la dimensione dell'impulso di conservazione individuale, da poterlo ampiamente contraddire e ciò sia che la modalità comportamentale sia aggressiva, assumendo la dimensione di "odio" che va ben oltre le necessità della conservazione individuale e che anzi espone ad altissimi rischi, sia che la modalità comportamentale sia donatoria, assumendo aspetti masochistici. Essa sta anche ad indicare una condizione di alto livello tensionale che, *in assenza di scarichi tensionali,* rende possibile l'imbocco di una canalizzazione di fuga dalla vita, direttamente autodistruttiva.

Sussistono in questi individui condizioni aprioristiche di allarme e di insicurezza comportamentale, cosicché se esistono condizioni di scarico tensionale provenienti dall'esterno, l'energia psichica confluisce nelle direzioni da esso indicate, che possono essere indifferentemente aggressive o donatorie. Se le condizioni di scarico sono parziali, il valore della tensione psichica, non sottoposta a preventivi scarichi in circuiti interni, rimane alto, rendendo per conseguenza estremamente violenta l'attività di questi individui. Ma anche in presenza di alti scarichi tensionali provenienti dall'esterno, l'attività di questi individui rimane continua, infaticabile, perché la necessità del consenso esterno è in essi continua ed è estrema la sensibilità al suo calo.

In questi individui la realizzazione, sia pure marginale, della soddisfazione del bisogno di importanza che costituisce lo stimolo dell'impulso sociale rappresenta una condizione aprioristica, una rassicurazione preliminare, che sostituisce gli elementi di rassicurazione preliminare interna mancanti, per evitare l'imbocco della canalizzazione di morte.

È superfluo sottolineare l'estrema importanza sociale della presenza di individui in cui siano ampiamente sviluppati gli impulsi di fuga; l'esistenza di un grande bisogno di importanza e l'assenza di connessioni interiori di scarico che leghino al perseguimento di determinate modalità comportamentali rendono questi individui, in assenza di una soddisfazione del bisogno di importanza attraverso canalizzazioni predisposte dall'organizzazione sociale, plagiabili da chiunque offra loro un ruolo cui sia in qualche modo legato, in modo

reale o illusorio, un innalzamento comparativo, attraverso l'appartenenza ad un gruppo.
È estremamente importante rilevare che la caratterizzazione del gruppo ha una importanza assolutamente secondaria. Le condizioni più attrattive per questi individui sono anzi quelle in cui l'appartenenza è assicurata da fattori non di merito individuale, quindi in realtà poco importanti, perchè si prestano ad una determinazione aprioristica, non selettiva, come l'appartenenza ad una razza o ad una casta. Viene infatti così evitata la sollecitazione, connessa all'esecuzione di una prova, della fondamentale insicurezza di questi uomini, che viene anzi ridotta, permettendo la confluenza di tutte le energie psichiche nelle attività, nelle finalità e nei valori del gruppo di appartenenza.
Tali condizioni istintuali facilitano quindi la utilizzazione strumentale di questi individui in strutture criminali o rivoluzionarie o repressive o militari e costituiscono, in tal caso, un importante ostacolo alla realizzazione di una organizzazione sociale ove gli impulsi dominativi abbiano minor spazio.
Come abbiamo avuto occasione di mostrare nel precedente capitolo, infatti, gli impulsi dominativi sono estremamente flessibili e possono quindi essere condizionati nell'ambito di gruppi ove prevalgano impulsi di scambio, cioè di amore; ma è la presenza degli impulsi di fuga che apporta enorme forza ai caratteri dominativi, permettendo l'organizzazione di ingenti forze coercitive con cui possono sfuggire ai condizionamenti riduttivi.
Tali forze coercitive poi, una volta costituite con una determinata struttura di valori e finalità, sono difficilmente controllabili e possono quindi sfuggire anche ai controlli delle caratteriologie dominative introducendo così, per il contenuto di irrazionalità, cioè di non coerenza con la realtà, che è connesso a sproporzionati valori degli impulsi, elementi di follia nel comportamento.
Questi caratteri costituiscono, in sostanza, gli elementi sacrificali dell'organizzazione, come le formiche o le api operaie ma che, a differenza di queste ultime, e coerentemente con la flessibilità della struttura organizzativa umana, possono essere indirizzati verso qualsiasi direzione. In mancanza di un indirizzo globale, unitario, coerente con le finalità di sopravvivenza del gruppo, come si verificava automaticamente nelle condizioni dell'orda primitiva, in feroce, continua lotta con l'ambiente per la sopravvivenza, essi divengono mezzi di scontro e fonti di autodistruzione del sistema.
Evidentemente, l'instaurazione di metodi educativi che facilitino la struttura-

zione di memorie di rassicurazione può essere di qualche utilità, ma poichè la presenza di elementi sacrificali risponde evidentemente a finalità di conservazione della specie, quindi di tempo lungo, essa trae certamente le sue origini principalmente in condizioni filogenetiche, cosicchè non si può sperare di risolvere il problema per questa via.

D'altra parte, non è affatto detto che l'eliminazione o la riduzione degli individui a prevalenti impulsi di fuga assuma connotati positivi ai fini del progresso della convivenza civile. In termini di teoria generale dell'organizzazione dei sistemi, questi individui rappresentano energie orientabili da un campo informativo indotto dal corpo sociale. In assenza di un campo informativo sociale unidirezionale esse assumono caratterizzazione entropica, cioè distruttiva, ma se tale campo invece esiste, esse vengono orientate nella direzione del campo che può essere una direzione di contenimento degli impulsi dominativi e di sviluppo degli impulsi di amore. Tali caratteri possono quindi essere, tutt'al contrario, un importantissimo, anzi indispensabile, fattore di progresso.

Il problema va quindi necessariamente risolto predisponendo, per questi individui, possibilità di identificazione in un modello, nonchè di conseguente partecipazione a raggruppamenti operativi, che sia caratterizzato da finalità e valori utili all'aumento della quantità di amore esistente nel sistema e facendo in modo che tale modello e i connessi raggruppamenti operativi siano preferenziali, impediscano cioè la confluenza di tali individui nelle strutture in cui si scarica la violenza distruttiva.

L'analisi psicologica di tali strutture caratteriali ci mostra chiaramente quali siano le condizioni per realizzare tale preferenzialità. La identificazione in un modello e la partecipazione conseguente ad un certo raggruppamento non devono essere il frutto di una selezione, ma devono essere aprioristiche, il semplice frutto di una scelta. Questa condizione, peraltro, è comune a qualsiasi possibilità raggruppativa degli individui a caratteriologia di fuga cosicchè, pur rappresentando una condizione necessaria, non rappresenta di per sè un elemento capace di conferire preferenzialità. La preferenzialità si sviluppa attraverso l'intensità e la dimensione della gratificazione conferibile dalla società congiungendo alla scelta conforme al modello l'assunzione di una importanza estrema e conferita da una stratificazione assai vasta della società, definendo cioè una condizione eroica nella partecipazione al raggruppamento.

Le caratteristiche di preferenzialità indotte dal livello di importanza, dall'innalzamento comparativo, sono peraltro ancora contrastabili da organizzazioni alternative giacchè, per fare un esempio, anche nell'ambito di organizzazioni criminali è possibile conferire un alto livello di importanza. Ciò che invece determina la esclusività della preferenzialità inducibile dall'intero corpo sociale è costituito dalla dimensione della stratificazione sociale che la conferisce, elemento questo sul quale conviene quindi soffermarsi.
La condizione di carenza aprioristica di valori interni pur in presenza di un estremo bisogno di gratificazione sociale, pone questi individui in una condizione di conflittualità di impulsi di fronte a sollecitazioni contrastanti provenienti dal corpo sociale. Nelle condizioni estreme, di fronte a sollecitazioni contrastanti di pari forza, diviene obbligato l'imbocco di canalizzazioni depressive, di morte. L'estrema diffusione della droga è ascrivibile, sotto questa prospettiva, al contrasto stridente oggi esistente fra i valori interni ed esterni alla famiglia, che impone l'imbocco di canalizzazioni autodistruttive negli individui a prevalenti impulsi di fuga, mentre la particolare modalità adottata è ascrivibile, ovviamente, al sollievo tensionale indotto dal mezzo chimico. Se invece viene effettuata una scelta fra le varie sollecitazioni, quelle escluse continuano ad esistere, lo scarico cioè è parziale. Abbiamo già avuto occasione di esaminare tale condizione che porta ad una eccessiva carica istintuale nelle attività operative. Rileviamo adesso, riprendendo l'argomento, che il superamento delle condizioni di insicurezza che la scelta comporta impone la confluenza paranoica (su cui influisce la paura della smentita) degli impulsi contrastanti in quelli scelti, confluenza che comporta la trasformazione delle modalità comportamentali di amore in modalità aggressive, che assumono così una dimensione assolutamente sproporzionata agli obiettivi definibili razionalmente, condizione detta di odio. Tali condizioni istintuali facilitano la utilizzazione strumentale di questi individui in strutture fortemente aggressive, quindi coercitive, quali le strutture criminali o rivoluzionarie o repressive o militari, ove le manifestazioni di maggiore disciplina nel gruppo e di maggiore crudeltà verso i terzi provengono dalla confluenza paranoica degli impulsi sociali di questi individui negli elementi di identificazione nel gruppo e di differenziazione dai terzi.
Se invece le sollecitazioni provenienti dall'intorno sociale dell'individuo sono coerenti, la soddisfazione è massima non solo per il livello di importanza rag-

giunto, ma per la carenza di impulsi contrastanti. Il modello e i raggruppamenti proposti divengono così preferenziali mentre la carenza di impulsi contrastanti permette di dare un contenuto donatorio alla modalità comportamentale.

In sostanza, lo sviluppo dell'analisi psicologica permessa dalla teoria psicocibernetica porta a concludere che la quantità di violenza presente nella società non è completamente imputabile, nella sua origine, a coloro che la esercitano ma, in misura prevalente, a coloro che, possedendo valori interni, non sanno proiettarli al loro esterno determinando la strutturazione di una fede religiosa di sufficientemente ampia e intensa accettazione sociale.

Le stratificazioni sociali produttive di valori comprendono i caratteri dominativi ma la responsabilità della mancata strutturazione di valori religiosi ricade sui caratteri che possiedono prevalenti impulsi di amore, perchè il loro discorso fa presa su una più ampia platea di sofferenti e più facilmente perciò l'accettazione dei valori da loro proposti può raggiungere la dimensione critica che determina la formazione di linee preferenziali di scarico degli impulsi di fuga nonchè la formazione di un circuito cibernetico a retroazione positiva per il fanatismo cieco sviluppato dai caratteri in fuga.

Le condizioni attuali di violenza nel mondo sono quindi ascrivibili soprattutto allo stato di incertezza e disillusione di coloro che i valori morali posseggono istintivamente, soprattutto di quelle stratificazioni sociali che rappresentano l'"intelligenza" della società giacchè sono esse che sono capaci di dare all'insieme dei valori quella struttura coerente che ne permette la trasformazione in ideologia di sufficientemente ampia e generale accettabilità.

E bisogna avere il coraggio di riconoscere che un ruolo importante in questo senso ha avuto lo sviluppo della scienza, bloccando tutta una serie di possibilità di connessioni illusorie in un gruppo di caratteri che hanno bisogno di un alto livello di razionalizzazioni secondarie entro cui far fluire gli impulsi fideistici e così limitando la dimensione dell'accettazione sociale della religione proprio nell'ambito di stratificazioni sociali che hanno una grande importanza per la loro influenza sulla formazione del convincimento sociale.

Ma è proprio la scienza che riscopre la necessità della religione, non solo nell'ambito dei fenomeni di organizzazione sociale, ma nell'ambito più generale dell'organizzazione dei sistemi, come necessaria rete di connessione di tutte le componenti direzionali del sistema e, ancora più in generale, nell'am-

bito dello sviluppo del processo conoscitivo, come necessità di formazione di una teoria, sia pure con connessioni "deboli", come primo passo di indirizzamento direzionale che impedisca la disgregazione della struttura informativa e possa innescare un processo di successione di modelli convergenti verso il modello più euristico.

Ma grandissimi sono stati gli errori anche di coloro che la religione hanno guidato, inserendo contenuti che ne hanno limitato le dimensioni di accettabilità e ne hanno spezzato l'unità o che addirittura si oppongono a strutture morali intensamente sentite da estese stratificazioni sociali, soprattutto dagli strati più colti, come ad esempio la posizione presa dalla Chiesa Cattolica sul problema del controllo delle nascite (dove la voce di coloro che non esistono, dei sogni, giunge più forte del pianto dei vivi, come può esserci Dio?).

Ed ancora più gravi sono stati gli errori commessi nel dare un contenuto troppo rigido alla religione, togliendole quella flessibilità necessaria ad ogni meccanismo regolatorio, impedendole di crescere nella quantità di informazione contenuta e di adeguarsi al livello della cultura (il che non contraddice affatto il concetto di Dio, che è rivelazione continua) e trasformando in fatto traumatico, di rottura, l'apporto conoscitivo galileiano.

La teoria dell'organizzazione dei sistemi permette di andare ancora più a fondo nella nostra analisi sui motivi della rottura dell'unità ideologica di fondo, necessaria perché il sistema non progredisca, ponendo le sue parti l'una contro l'altra, verso l'autodistruzione. Sappiamo infatti che quando la religione si struttura in organizzazione essa diviene, come qualsiasi altra organizzazione, il luogo di sviluppo di impulsi dominativi che ne snaturano i contenuti e le finalità.

Lo sviluppo di una religione di amore che raggiunga la dimensione che le permetta di svolgere il suo fondamentale ruolo di aggregazione sociale costituisce però un fatto così complesso e che si svolge su tempi così lunghi che non si può fare a meno di poggiare su quelle esistenti, che già muovono centinaia di milioni di uomini, sperando che l'elaborazione intellettuale ne permetta la necessaria evoluzione, in cui è fondamentale la suturazione della scissione con la cultura, spezzando, con un forte movimento di massa innescato dalle stratificazioni culturali più vicine alla religione, da coloro che hanno saputo continuare a credere, gli ostacoli frapposti dalla rigidità delle strutture organizzative.

Occorre che risuoni ancora una volta la voce di Dio e che sia sentita in ogni angolo della terra, ma ora, subito, prima che altra polvere ci entri negli occhi, quando ancora crediamo all'atto di amore dell'Uomo appeso sulla Croce.

Stampato nel maggio 1983
presso la tipolitografia NAVA S.p.A.
fotocomposizione ASED
Bernareggio (Milano)